Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS • E. BEDERKE • H. BROCKMANN • P. TEN BRUGGENCATE • C. W. CORRENS • H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER • R. GRAMMEL • O. HAHN • R. HARDER • M. HARTMANN • W. HEISENBERG • K. HENKE
A. KUHN • M. v. LAUE • H. MARTIUS • R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

41. JAHRGANG **HEFT 20** (ZWEITES OKTOBERHEFT) **1954**

INHALT:

Seite

AUFSÄTZE.

Begriff und theoretische Bedeutung physikalischer Größen. Von H. NIEHRS 461
Zur Anaphylatoxinfrage. Von F. HAHN 465

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Ladungstrennung bei Strömungen in ionisierten Gasen und kosmische Radiofrequenzstrahlung. Von R. W. LARENZ . 470
Über eine Präzisionsbestimmung der Gitterkonstanten von Silber nach dem Rückstrahlverfahren. Von G. BECHERER und R. IFLAND 471
Bestimmung der Polarisationskorrektion bei der Bremsung schneller Elektronen von 3 bis 15 MeV. Von G. BREITLING und R. GLOCKER 471
Über die elastische Hysterese. Von H. FRINKEN und E. KAPPLER 472
Elastische Hysterese und innere Spannungen. Von H. FRINKEN und E. KAPPLER 472
Eigenverfestigung der FRANK-READ-Quelle. Von F. EDER und P. TÄUBERT 473
Der Aufbau der amorphen Phasen der Halbmetalle. Von H. KREBS und F. SCHULTZE-GEBHARDT 474
Zum Mechanismus des chemischen und anodischen Polierens. Von H. BRÜNNER und E. LANGE 475
Dünnschnitte durch Körner photographischer Emulsionen. Von H. FRIESER, I. JOHANN und E. KLEIN 475
Über röntgenographische Untersuchungen während des Abbindens von Gips. Von G. BECHERER und H. FIEDLER . . . 476
Zur Kenntnis der Kristallstruktur von Petalit. Von A. ZEMANN-HEDLIK und J. ZEMANN 476
Zum Problem "Farbe und Konstitution anorganischer Verbindungen". Von O. SCHMITZ-DUMONT und B. RAEDERSCHEIDT 477
Separation and Identification of Alkali Metals by Paper Chromatography. Von T. BARNABAS, M. G. BADVE and J. BARNABAS 478
Ein Gerät zur automatischen photometrischen Auswertung von Papierchromatogrammen und Elektropherogrammen. Von H. EBERLE 479
Isolierung von Yohimbin und Serpentin aus Rauwolfia canescens Linn. Raubasin identisch mit Py-Tetrahydroserpentin. Von E. HAACK, A. POPELAK, H. SPINGLER und F. KAISER 479
Über Aminosäuren aus der Blattstreu einiger Pflanzenarten von Wäldern auf verschiedenen Böden. Von R. KNAPP und H. F. LINSKENS 480
Hemmung des Krebswachstums durch 2.4-Dinitrophenol (DNP). Von F. WINDISCH und W. HEUMANN 481
Über Abbau und Umbau des Cyanamids in Boden und Pflanze. Von ED. HOFMANN, A. AMBERGER und A. SÜSS 481
Über die Adsorptionsfähigkeit der Innenoberfläche der Blutgefäße für das Influenza-Virus und verwandte Virusarten. Von G. IVÁNOVICS, S. HORVÁTH und E. SZÖLLÖSY 482
Das optische Weibchenschema bei Musca domestica. Von G. VOGEL 482
Über das Wachstum der Imaginalanlage des Hinterflügels von Ephestia kühniella und die Annahme selbständig mutationsfähiger Untereinheiten in den Chromosomen. Von H.-J. POHLEY 483
Experimentelle Untersuchungen über die äußeren Ovulationsfaktoren bei der Fledermaus Nyctalus noctula. Von N. ŠKREB 484

Einschlußverbindungen

Von Dr. **Friedrich Cramer,** Dozent am Chemischen Institut der Universität Heidelberg. Mit 47 Textabbildungen. V, 115 Seiten 8⁰. 1954. DM 14.80

Inhaltsübersicht: Einleitung: Die chemische Bindung. — **Allgemeines über Einschlußverbindungen:** Definition. Vorkommen. Methodisches. Molverhältnisse. Bindungsenergien. — **Die einzelnen Einschlußverbindungen:** Gittereinschlußverbindungen (Harnstoff, Thioharnstoff. Choleinsäuren. 4.4'-Dinitrodiphenyl. Hydrochinonclathrate. Gashydrate. 2'-Oxyflavane. Tri-o-thymotid. Dicyano-ammin-benzol-nickel. Basische Zinksalze saurer organischer Farbstoffe). Molekülleinschußverbindungen (Cyclodextrine). Inklusionsverbindungen makromolekularer Stoffe (Tonmineralsorbate, Graphit, Cellulose). Stärke. Proteine. — **Die blaue Jodreaktion:** Jodverbindungen der Cyclodextrine. Jodverbindung der Stärke. Niedermolekulare Jod-Einschlußverbindungen. — **Trennung von optischen Antipoden:** Cyclodextrine. Harnstoff. Tri-o-thymotid. — **Einschlußverbindungen in Lösung.** — **Energetische Verhältnisse in Einschlußhohlräumen.** — **Katalyse durch Einschlußverbindungen:** Negative Katalyse. Positive Katalyse. Einschlußverbindungen als Fermentmodelle. — **Wann kann es zur Bildung von Einschlußverbindungen kommen?** Literatur. — Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein*, *V. Meyer*, *B. Schwalbe*, *W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (seit 1948) Organ der Max-Planck-Gesellschaft.

Die „Naturwissenschaften" erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:
Lange, Maxwell & Springer Ltd., 242 Marylebone Road, London N.W. 1

Springer-Verlag
Berlin . Göttingen . Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21; Fernsprecher 4717.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Aufnahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebenso gut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Angewandte Radioaktivität

Von **K. E. Zimen**, Vorstand des Instituts für Kernchemie, Chalmers Technische Hochschule, Göteborg/Schweden. Mit einer Einführung von **Otto Hahn**, Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, Göttingen. Mit 45 Textabbildungen und einer Tafel. VIII, 124 Seiten Gr.-8°. 1952. Ganzleinen DM 18.80

Aus den Besprechungen: Das vorliegende Büchlein aus dem Institut für Kernchemie der Technischen Hochschule Göteborg ist in der deutschen Literatur sehr willkommen. Gab es doch bisher in deutscher Sprache keine moderne Darstellung der angewandten Radioaktivität. Das Gebiet ist in stürmischer Entwicklung. Zu den etwa 50 natürlich radioaktiven Atomarten kommen nun heute mehrere 100 künstlich radioaktiver Atomarten hinzu. Die spezielle Literatur über die Anwendung der Radioaktivität ist fast unübersehbar geworden ... Der Schwerpunkt des Büchleins liegt mehr in der Richtung der Chemie, Physik und Technik. Von großem Wert ist das Buch aber für die Medizin durch die knappe, souveräne Behandlung alles Wesentlichen der Grundlagen. Vorzügliche mathematische- und Leitisotop-Tabellen ergänzen das vorliegende Werk zu einem brauchbaren Helfer in der medizinischen Arbeit mit radioaktiven Isotopen. *„Deutsche Medizinische Wochenschrift"*.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

41. Jahrgang Heft 20 (Zweites Oktoberheft) 1954

Begriff und theoretische Bedeutung physikalischer Größen*).

Von H. NIEHRS, Berlin-Dahlem.

Übersicht. Begrifflich sind physikalische Grundgrößen durch Grundoperationen (Aneinanderlegen, Isolieren, Abschirmen, Schalten usw.), genauer durch deren logisch-formale Eigenschaften (Transitivität, Assoziativität usw.) definiert. Diese Eigenschaften treten uns als evidente Naturerfahrungen entgegen und geben uns die Möglichkeit, mit Hilfe der Operationen neuartige Rangordnungen zwischen den Objekten aufzustellen. Die Erkenntnis dieser Möglichkeit ist zugleich die Konzeption des Begriffs der neuen Größe. Die Naturgesetzlichkeiten, welche wir in Gestalt dieser Operationseigenschaften unmittelbar erfahren, sind Axiome im selben Sinne wie die EUKLIDischen Axiome für die Physik. Haben die Operationen auch formal-additive Eigenschaften, so erzeugt ihre Erkenntnis auch den Begriff einer „Summe" von Größen dieser Art. Die algebraischen Eigenschaften der Operationen ermöglichen uns das sinnvolle Rechnen mit Größen. Identifizierungen begrifflich verschiedenartiger Größen beruhen auf formaler Gleichheit der Eigenschaften und Äquivalenz in ihrer Leistungsfähigkeit für die Naturbeschreibung.

Für den Physiker der heutigen Zeit ist die Temperatur eines Körpers (ihrer theoretischen Bedeutung nach, abgesehen von einem universell-konstanten Faktor) nichts anderes als die mittlere kinetische Energie je Molekel und Freiheitsgrad, die Wärmemenge nichts anderes als seine innere dissipierte Energie. Doch waren diese beiden Begriffe, Temperatur und Wärmemenge, schon zu einer Zeit im Denken der Naturforscher verankert, als man noch nichts über ihren Zusammenhang mit mechanischen Energien wußte. Auch der Laie verbindet heute mit diesen Begriffen auf Grund alltäglicher Erfahrungen von Jugend auf bestimmte Vorstellungen, die physikalisch durchaus richtig sind, sobald er sich nicht auf seine Wärmeempfindung verläßt, sondern wenigstens mit einem Thermometer umzugehen versteht. Stellt er z. B. mit einem ungeeichten Instrument „Gleichheit", mit einem anderen solchen Verschiedenheit an zwei Objekten fest, so wird er auf Grund eines minimalen Wissens dies Ergebnis nicht als Naturerscheinung hinnehmen, sondern zu dem Schluß kommen, daß eines der beiden Instrumente unbrauchbar ist. Denn auch für ihn stellen diese Instrumente schon Hilfsmittel dar, um eine besondere *Rangordnung* zwischen den Körpern, die „Temperatur", eindeutig festzustellen. Weitere Grunderfahrungen, die ihn zum Begriff Wärmemenge (oder Heizwert) führen, hat er von Jugend auf an Mischungsprozessen (und Verbrennungsprozessen) gemacht. Es läßt sich also nicht leugnen, daß die Frage einen Sinn hat: Wodurch sind diese physikalischen Größen rein begrifflich definiert (was sind sie „eigentlich")?

Die beiden Größen Temperatur und Wärmemenge seien zunächst als Beispiele für die Frage nach dem begrifflichen Sinn einer physikalischen Größe gewählt, weil sie für deren Klärung besonders geeignet erscheinen. Gehen wir den Grunderfahrungen nach, die zu diesen Begriffen hinleiten, so kann unsere allgemeine Antwort nur lauten: Eine physikalische Größe ist begrifflich nur durch die Angabe eines Verfahrens definiert, nach welchem sie festgestellt (gemessen) wird. Wesentliche Ansätze zu dieser Antwort und Grundgedanken in dieser Richtung finden wir schon bei H. v. HELMHOLTZ[1]); es ist aber wohl erstmals der kürzlich verstorbene Erkenntnislogiker RUDOLF CARNAP gewesen, der dies in aller Schärfe und mit Mut zur Konsequenz ausgesprochen hat[2]). Man kann annehmen, daß die oben gegebene Antwort heute fast allen Physikern geläufig ist und von den meisten akzeptiert wird. Aber sie befriedigt nicht ganz und bedarf einer vorsichtigen Erklärung, wenn hier von „Verfahren" und „Messen" gesprochen wird. Denn mit dieser Antwort stößt man leicht auf die kritische Gegenfrage: Also ist Temperatur wohl nichts anderes als der mit einem Thermometer konventionell festgelegter Bauart zu bestimmende Zahlenwert auf seiner Skala? Es ist klar, daß eine solche Auslegung abgelehnt werden muß. Wir wissen, daß eine Temperaturmessung mit Instrumenten verschiedenster Bauart gleichwertig möglich ist; denn man kann sie untereinander eichen. Gerade diese Tatsache weist darauf hin, daß die begriffliche Definition unabhängig von der individuellen Bauart der Instrumente sein muß, daß es aber doch gemeinsame Eigenschaften aller Instrumente geben muß, die beanspruchen können, Thermometer zu heißen; alle erlauben es in gleicher Weise, eindeutig eine und dieselbe *Rangordnung* zwischen den Objekten herzustellen, die wir mit den Worten „höhere", „gleiche" oder „niedrigere Temperatur" ausdrücken. (Es spielt bei dieser Betrachtung keine Rolle, daß natürlich jedes Instrument eine gewisse Unschärfe in dieser Rangordnung zurückläßt und jedes nur einen begrenzten Anwendungsbereich hat.)

Unter dem definierenden Verfahren haben wir daher nicht ein Verfahren mit einer speziellen Bauart des zu verwendenden Instruments zu verstehen, sondern wir müssen gerade von dieser abstrahierend dasjenige aufsuchen, was allen Instrumenten zur Messung der betrachteten Größe gemeinsam ist. Daß eine solche neuartige Rangordnung zwischen den Objekten überhaupt und unabhängig von der Individualität der Instrumente festgestellt werden *kann*, ist nur möglich, weil uns die Natur entgegenkommt. Sie liefert uns eine Gesetzlichkeit, die von uns als Naturerfahrung aufgenommen wird. Die *Möglichkeit* einer solchen Rangordnung wird von der Wirklichkeit der Natur gegeben und beruht nicht auf Konvention; und in der Erkenntnis dieser Möglichkeit liegt zugleich die Konzeption der physikalischen Größe als Begriff! Nur die Skala ist Willkür, und zwar eine Willkür in der Benennung der einzelnen „Plätze" in jener Rangordnung.

Um bei dem Beispiel der Temperatur zu bleiben, haben wir uns also nunmehr zu fragen, welches die Grunderfahrungen sind, die es uns ermöglichen, eine solche eindeutige Rangordnung empirisch aufzustellen. Es sind doch wohl Erfahrungen über die Wirkungen

*) Herrn Professor Dr. MAX VON LAUE zum 75. Geburtstag (9. Oktober 1954) gewidmet.

[1]) HELMHOLTZ, H. v.: Zählen und Messen, erkenntnistheoretisch betrachtet, in: Schriften zur Erkenntnistheorie, herausgeg. von P. HERTZ u. M. SCHLICK. Berlin: Springer 1921.

[2]) CARNAP, R.: Physikalische Begriffsbildung. Karlsruhe: Braun 1926.

unseres allgemeinen Vorgehens bei jeder Messung einer Größe dieser Art. Bei jeder thermometrischen Messung z.B. wird dafür gesorgt, daß zwei Körper in innige *Berührung* gebracht werden; daß dieses System von Körpern hinreichend *isoliert* ist, so daß sich wenigstens für eine gewisse Zeit ein stabiler Zustand seiner Merkmale einstellt. Der berührende Meßkörper muß so gewählt sein, daß die zeitliche Folge der Merkmalszustände, die er während eines beliebigen quasistatischen (z.B. geeignet unterbrochenen) Berührungsprozesses durchläuft, stets als Teilreihe einer einzigen 1-dimensionalen Reihe (1-parametrigen Folge) von Merkmalszuständen betrachtet werden kann; er muß auch so gewählt sein, daß sich der Merkmalszustand des zu messenden Körpers während des ganzen Vorgehens nicht verändert, usw. Es sind also gewisse der Thermometrie als *solcher* eigentümliche Manipulationen, *Grundoperationen*, die man mit den Objekten vornimmt, und deren Wirkungen wir kennen oder mindestens abschätzen können. Die Kenntnis solcher Wirkungen von Grundoperationen verdanken wir Grunderfahrungen über diese. Es handelt sich dabei um qualitative, formale Eigenschaften dieser Grundoperationen, bei der Thermometrie z.B. der „(Wärme-)Isolierung", der „(Wärme-)Berührung" und ihren Kombinationen bei Körpersystemen. Ihre formalen Eigenschaften können und sollen hier nicht vollständig und exakt beschrieben werden[1]); es seien nur zwei davon in kurzer (nicht ganz korrekter) Fassung zitiert, um eine Vorstellung von der qualitativ-formalen Art dieser Naturgesetze zu vermitteln:

Ist ein Körper A und auch ein Körper B „isoliert", so ist auch das aus A und B bestehende Körpersystem „isoliert".

Ist A mit B „in Berührung" und auch B mit C „in Berührung", so ist auch A mit C „in Berührung".

Weitere dazugehörige Aussagen handeln von Isolierung und Berührung in gegenseitiger Verknüpfung und von dem eindeutigen und stetigen Auftreten zeitlicher Folgen von Merkmalszuständen bei solchen Operationen. Man wird in diesem Augenblick solche Aussagen vielleicht als in der Wirklichkeit nicht gültig oder auch bloß als sprachliche Definition der Operationen empfinden. Nehmen wir aber einmal an, es gibt physikalische Operationen mit solchen Eigenschaften, so folgt aus ihnen, wie an anderer Stelle gezeigt wurde[1]), zwingend die Möglichkeit,

a) mit diesen Operationen eine physikalische Verknüpfung zwischen den Körpern *her*zustellen, welche symmetrisch und transitiv[2]) in ihrer Wirkung ist, und die wir mit dem Ausdruck belegen „auf gleiche Temperatur bringen", weil er sprachlich widerspruchsfrei vereinbar ist mit der üblichen Bedeutung des Wortes „gleich";

b) ein Verfahren mit diesen Operationen anzugeben, durch welches (soweit im Einzelfall erfolgreich) empirisch eine Beziehung zwischen zwei Körpern *fest*stellbar („meßbar") ist, welche durchgängig asymmetrisch und transitiv ist[2]); ein Verfahren, das auch nur so definiert werden kann, daß es für zwei „auf gleiche Temperatur gebrachte" Körper erfolglos ist (Nichtunterscheidbarkeit). Die erfolgreich festgestellte Beziehung bezeichnen wir als „höhere Temperatur haben", weil dieser Ausdruck sprachlich widerspruchsfrei vereinbar ist mit der üblichen Bedeutung der Worte „höher (größer)" und „gleich".

Damit ist aber der eindeutige Gebrauch des Wortes „Temperatur" festgelegt und zugleich der Begriff definiert; vorausgesetzt natürlich, daß die formalen Eigenschaften der verwendeten Operationen richtig, der Wirklichkeit entsprechend, erkannt worden sind (was hier nicht zur Diskussion steht). Es läßt sich aber zeigen[1]), daß jedes thermometrische Verfahren als Spezialfall des in b) angedeuteten betrachtet werden kann.

Man wird, wie vorweggenommen, vielleicht jene Art der Formulierung von naturgesetzlichen Grunderfahrungen unbefriedigend finden, da die Operationen selbst nicht näher und gegenständlich definiert sind. Dazu ist zu sagen: Man kann sie gar nicht exakt definieren, weil es ideale Operationen, d.h. mit den einer idealen Thermometrie entsprechenden Eigenschaften, gar nicht gibt. In der Wirklichkeit gibt es sie näherungsweise und nach aller Erfahrung mit beliebig guter, praktisch ausreichender Näherung. Die Definition einer *ausreichenden* Näherung würde wiederum von der geforderten Genauigkeit der gerade zu definierenden Größe abhängen, wäre also unmöglich. Die idealen Operationen können eben nur durch solche idealen formalen Eigenschaften charakterisiert werden, von denen einige genannt wurden. Wir befinden uns hier in derselben Lage wie bei der Geometrie, wenn wir definieren sollen, was wir unter „Strecken abtragen", „Gerade durch zwei Punkte legen", physikalisch zu verstehen haben. Es gibt kein ideal genaues Lineal, kein ideales Anlegen von Maßstäben, keinen ideal starren Körper, ebensowenig wie es in der Wirklichkeit Punkte und Geraden im mathematischen Sinne gibt. Trotzdem stellen die EUKLIDischen Axiome für uns grundlegende Erfahrungen über den physikalischen Raum und über Translationen von Körpern dar. Auch der physikalische Begriff „Länge" ergibt sich für uns nur daraus, daß wir besondere ideale Operationen mit immerhin genügender oder beliebiger Genauigkeit realisieren können, Operationen, die wir aber nur durch ihre formalen Eigenschaften definieren können. Diese Eigenschaften folgen keineswegs allein aus mathematischer Deduktion, sondern beruhen auf Erfahrungen über die Operation „Translation im Raum" an einer Klasse von Körpern, die wir die starren nennen. Erst durch solche Erfahrungen wird die Geltung der EUKLIDischen Axiome im Raum der physikalischen Objekte bewiesen und der physikalische Begriff „Länge" geboren. In diesem Sinne gibt

[1]) Siehe hierzu NIEHRS, H.: Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl., Math.-Phys.-Chem. Abt. 1 (1951), mit mathem. Ergänzung in Philosophia Naturalis 1, 493 (1952). Solche nichtquantitativen Naturgesetze liegen auch den Funktionalgleichungen zugrunde, auf die allein C. CARATHÉODORY eine Axiomatik der Thermodynamik aufgebaut hat; siehe z.B. die Darstellung von M. BORN, Physik. Z. 22, 218, 249, 282 (1921).

[2]) Eine Beziehung oder Verknüpfung zwischen zwei Objekten einer Menge, die durch die Formel ArB (A, B, ... Objekte, r Verknüpfungszeichen) dokumentiert werden soll, kann mancherlei formale Eigenschaften haben, die sich in der Gültigkeit von Regeln manifestieren, z. B.:

Reflexivität: Es gilt stets ArA, BrB usw.,
Symmetrie: Mit ArB gilt auch BrA,
Asymmetrie: Mit ArB gilt nicht zugleich auch BrA,
Transitivität: Mit ArB und BrC gilt auch ArC.

Die Beziehungen „gleich", „in elektrischem Kontakt mit" sind reflexiv, symmetrisch und transitiv. Die Beziehungen „größer als", „heller als", „Vorfahr von" sind asymmetrisch und transitiv (Komparative). Die Beziehungen „verwandt mit", „isoliert von" sind symmetrisch, aber nicht transitiv.

Aufruf zu einer Sammlung von Unterlagen für eine Biographie von Fritz Haber

Auf Bitten der Familie und früheren Kollegen von Professor Dr. FRITZ HABER hat sich sein langjähriger Mitarbeiter am ehemaligen KAISER-WILHELM-INSTITUT FÜR PHYSIKALISCHE CHEMIE UND ELEKTROCHEMIE, Herr Dr. JOHANNES JAENICKE, Vorstand der Laboratorien der Metallgesellschaft AG., Frankfurt/Main, Reuterweg 14, bereit erklärt, dem Gedanken einer Biographie des Verewigten näherzutreten. Wie die Vorarbeiten gezeigt haben, fließen die Quellen für ein solches Lebensbild nach den Veränderungen und Verwüstungen in Deutschland nur noch spärlich, weil offenbar viel urkundliches Material untergegangen oder durch Verlagerung, Besitzwechsel und aus anderen Gründen schwer zugänglich geworden ist. Die nachgenannten Gesellschaften, denen FRITZ HABER besonders nahegestanden hat, betrachten es als ihre Ehrenpflicht, den Plan Dr. JAENICKES zu fördern. Alle Empfänger oder Eigentümer von Briefen HABERS oder auf ihn bezüglicher Dokumente werden gebeten, Herrn Dr. JAENICKE Nachricht oder Hinweise auf Fundstellen zu geben, damit für die Abschriftnahme oder photographische Reproduktion Vorsorge getroffen werden kann. Mit besonderem Dank würde auch begrüßt werden, wenn Freunde und Bekannte FRITZ HABERS zu Papier bringen wollten, was ihnen aus dem Umgang mit ihm im Gedächtnis geblieben ist, wobei auch Anekdotisches nicht ausgeschlossen sein soll. Jeder Beitrag wird gern und dankbar entgegengenommen werden. Material oder Hinweise können auch der Geschäftsstelle der DEUTSCHEN BUNSEN-GESELLSCHAFT, Stuttgart W, Zeppelinstraße 158, oder der Geschäftsstelle der GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER, Grünberg/Hessen, Marktplatz 5, zugesandt werden, die für die Weiterleitung an Herrn Dr. JAENICKE sorgen werden. Es ist beabsichtigt, mit freundlicher Zustimmung und Unterstützung von Herrn Professor Dr. VON LAUE in der früheren Wirkungsstätte HABERS, dem jetzigen FRITZ-HABER-INSTITUT in Dahlem, zu gegebener Zeit ein Archiv einzurichten, in dem alles, auch das durch diesen Aufruf zur Kenntnis kommende, lebensgeschichtlich Wichtige – je nach Bestimmung der Verfügungsberechtigten im Original oder in Kopie – gesammelt und aufbewahrt werden soll.

DIE MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
Der Präsident

Prof. Dr. phil. Dr. rer. nat. E. h. Dr. phil. nat. h. c. Dr.-Ing. E. h. Otto Hahn

DEUTSCHE BUNSEN-GESELLSCHAFT FÜR PHYSIKALISCHE CHEMIE e. V.
Der 1. Vorsitzende

Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Dr. rer. nat. h. c. Ernst Kuss

GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER
Der Präsident

Prof. Dr. phil. Dr. rer. nat. E. h. Ulrich Haberland

GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER und ÄRZTE e. V.
Der 1. Vorsitzende

Prof. Dr. med. Franz Büchner

VERBAND DEUTSCHER PHYSIKALISCHER GESELLSCHAFTEN e. V.
Der Vorsitzende

Dr. phil. Karl Wolf

Aufruf zu einer Sammlung

von Unterlagen für eine Biographie von Fritz Haber

Auf Bitten der Familie und früheren Kollegen von Professor Dr. Fritz Haber hat sich ein langjähriger Mitarbeiter, ein ehemaliger Kaiser-Wilhelm-Institut, von Physikalische Chemie und Elektrochemie, Herr Dr. Johannes Jaenicke, Vorstand der Laboratorien der Metallgesellschaft AG., Frankfurt/Main, Reuterweg 14, bereit erklärt, den Gedanken einer Biographie des Verewigten näherzutreten. Wie die Vorarbeiten bezeigt haben, fließen die Quellen für ein solches Lebensbild nach den Verhältnissen und Verwaltungen in Deutschland nur noch spärlich, weil offenbar viel urkundliches Material unterschlagen oder durch Verlagerung, Besitzwechsel und aus anderen Gründen schwer zugänglich geworden ist. Da mehrsamen Gesellschaften, denen Fritz Haber besonders nahegestanden hat, bestehen es als eine Ehrenpflicht, den Plan Dr. Jaenicke zu fördern. Alle Empfänger oder Eigentümer von Briefen Habers oder auf ihn bezüglich Dokumente werden gebeten, Herrn Dr. Jaenicke Nachricht oder Hinweise auf Fundstellen zu geben, ihm die Abschriftnahme oder photographische Reproduktion Vorsorge gestatten zu können. Mit bestem Dank wird auch bestätigt werden, wenn Freunde und Bekannte Fritz Habers zu Papier bringen wollen, was ihnen aus dem Umgang mit ihm im Gedächtnis geblieben ist, wobei auch Anekdotisches nicht ausgeschlossen sein soll. Jeder Beitrag wird gern und dankbar entgegengenommen werden. Mündlich oder Briefe an Dr. Jaenicke

Alle der Durchführ Herrn Dr. Jaenicke Gesellschaftsmitglieder, Stuttgart W, Zeppelinstraße 23, Geschäftsführer der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Chemiker, Grünberg/Hessen, Marburgstr. 2, zugesandt werden, der für die Weiterleitung an Herrn Dr. Jaenicke sorgen wird. Es ist beabsichtigt, mit Genehmigung und Unterstützung von Herrn Professor Dr. von Laue in der früheren Wohnungsanschrift Habers, ehemaliges Kaiser-Wilhelm-Institut, in Dahlem, zu gegebener Zeit ein Archiv einzurichten, in das durch diesen Aufruf zur Kenntnis kommende, lebensgeschichtlich Wichtige – je nach Bedeutung – entweder im Original oder in Kopie – gesammelt und zur Verfügung gestellt werden.

Die Leitung

Dr. phil. Dr. phil. h.c. Dr. med. h.c. Max Born

Dr. phil. Dr. phil. h.c. Dr. med. h.c. Max Born

Dr. phil. Dr. phil. h.c. Dr. med. h.c. Max Born

DIE MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

Der Präsident

DEUTSCHE BUNSEN-GESELLSCHAFT FÜR PHYSIKALISCHE CHEMIE e.V.

Der 1. Vorsitzende

Prof. Dr. phil. Dr. phil. h.c. Dr. med. h.c. Max Born

GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER und ÄRZTE e.V.

Der 1. Vorsitzende

Prof. Dr. phil. Dr. phil. h.c. Dr. med. h.c. Max Born

VERBAND DEUTSCHER PHYSIKALISCHER GESELLSCHAFTEN e.V.

Der 1. Vorsitzende

Prof. Dr. phil. Dr. phil. h.c. Dr. med. h.c. Max Born

es Grunderfahrungen an den Grundoperationen der Geometrie, der Dynamometrie, der Gravimetrie, der Thermometrie, der Kalorimetrie, der Elektrometrie usw. Es sind evidente, „vorwissenschaftliche" Erfahrungen, die als solche kaum noch zu erkennen sind, und die Aussagen darüber stellen dreierlei zugleich dar:

1. die Erfahrungshypothese, daß Operationen mit diesen sie charakterisierenden formalen Eigenschaften mit beliebiger Genauigkeit gefunden werden können;
2. die implizite, axiomatische Definition der idealen Operationen;
3. die Forderung an die physikalische Technik, solche Operationen mit ausreichender Genauigkeit zu entwickeln.

Die formalen Eigenschaften über die Operationen sind also *Axiome* in genau demselben Sinne, wie es die EUKLIDischen Axiome der Geometrie für die Physik sind[1]).

Nehmen wir als weiteres Beispiel, das uns zugleich zum einfachsten Rechnen mit Größen führt, die Kalorimetrie und den phänomenalen Begriff der Wärmemenge. Die Mischungsoperation der innigen Berührung, von der wir bei der Thermometrie sprachen, hat unter anderen noch die folgenden Eigenschaften, bei deren Formulierung wir nunmehr den qualitativen Begriff der Temperatur voraussetzen können:

$$\mathrm{Temp}\,(A + (B + C)) = \mathrm{Temp}\,((A + B) + C).$$

Darin bedeuten + das Symbol der Mischungsoperation, $(A + B)$ das dinghafte Ergebnis der Operation mit den Körpern A und B. Die Behauptung ist nur eine Temperaturgleichheit und bedeutet die *Assoziativität* der Mischungsoperation hinsichtlich der Endtemperatur. Oder ferner eine Stetigkeitsregel:

$$\lim_{n=\infty} \mathrm{Temp}\,(nA + B) = \mathrm{Temp}\,(A), \quad (nA \equiv (n-1)A + A),$$

zu deren Verständnis wir daran erinnern, daß nach der Temperaturdefinition

$$\mathrm{Temp}\,(A + A) = \mathrm{Temp}\,(A)$$

ist. Auch diese Stetigkeitsregel ist eine Erfahrung; sie leistet für die Begriffsbildung „Wärmemenge" dasselbe wie das sog. ARCHIMEDische Axiom der Geometrie für die Begriffsbildung „Länge". Aus solchen Grunderfahrungen ohne quantitative, zahlenmäßige Aussage folgt[2]),[3]) schon die Möglichkeit und Art eines sinnvollen kalorimetrischen Verfahrens, eine Rangordnung nach Begriffen „gleiche" und „größere Wärmemenge" und überdies noch die Möglichkeit des Begriffs „Summe von Wärmemengen" und deren Herstellung. Man kann nämlich für die kalorimetrische Mischungsoperation empirisch die Gültigkeit algebraischer Additionsregeln, einschließlich der ARCHIMEDischen, und damit den Erhaltungssatz für Wärmemengen beweisen[4]). Zu diesem empirischen Nachweis ist weder das Wissen von einer spezifischen Wärme oder einer quantitativen Mischungsregel *noch überhaupt die Festlegung einer Temperaturskala notwendig*! Es genügt vielmehr ein Indikator für *verschiedene* Temperaturen (Nullinstrument).

In ähnlicher Weise wie Temperatur und Wärmemenge kann jede Grundgröße begrifflich ohne Bezugnahme auf zuvor bekannte Meßinstrumente festgelegt werden. Dabei ergibt es sich, daß viele (aber nicht alle) definierenden Operationen additive Eigenschaften (Kommutativität, Assoziativität) haben, und aus diesen folgt dann zwangsläufig auch der Begriff einer „Summe von Größen" dieser Art. Beispiele sind Länge, schwere Masse, Wärmemenge, während es eine „Summe von Temperaturen" wegen des Fehlens entsprechender additiver Operationen begrifflich nicht gibt. Man sieht, daß das sinnvolle Addieren von Größen anstatt von Maßzahlen nur eine Folge davon ist, daß die physikalischen Operationen gewisse formale Eigenschaften haben, die denen mathematischer Operationen gleichen. Ähnliches läßt sich bei Erfahrungen auf höherer Stufe feststellen. Nehmen wir an, die Begriffe der Summe von Kräften (K) und der Summe von Längen (L) sind aus Grundoperationen bekannt, so kann man die konservative Umwandlung von potentieller Energie und Arbeit bereits in der Form

$$(K, L_1) + (K, L_2) \rightleftarrows (K, L_1 + L_2)$$

und

$$(K_1, L) + (K_2, L) \rightleftarrows (K_1 + K_2, L)$$

empirisch nachweisen und beschreiben. Hier soll der Pfeil zunächst nichts anderes als „umwandelbar", das +-Zeichen nur eine Verkoppelung von Kräften bzw. Aneinanderfügung von Wegstrecken, (K, L) nur ein Größen*paar* von simultan und am gleichen Objekt verwendeter Kraft K und Wegstrecke L bezeichnen. Der *Form* nach sind diese Aussagen aber distributive Regeln, und wegen ihrer Geltung ist es uns gestattet und nahegelegt, + als Addition, $\rightleftarrows$ als Gleichheit und das Größenpaar (K, L) als Produkt zu behandeln und zu deuten. Aussagen, welche formal algebraischen Rechenregeln analog sind, betrachten wir mit Recht als formale Regeln für die *mathematische* Behandlung von Größen. Und: Wegen formaler Eigenschaften gewisser Operationen und gewisser Kombinationen zwischen diesen *können* wir mit physikalischen Größen sinnvoll rechnen und Größengleichungen aufstellen.

Es ist nun in der Physik von jeher üblich und nützlich gewesen, neue „abgeleitete" Größen durch Größengleichungen zu „definieren". Diese abgekürzte Redeweise mag manch einen darüber hinwegtäuschen, daß auch eine abgeleitete Größe begrifflich nur durch die Angabe eines Meßverfahrens definiert ist, nämlich durch die Kombination bekannter Meßverfahren mit einer Rechenvorschrift zur Gewinnung einer neuen

[1]) Ein Axiom in der Naturwissenschaft kann nur ein gültiges Naturgesetz sein. Es wird zusammen mit anderen auch stets nur einen Ausschnitt aus der Physik „vollständig" umfassen und darstellen. Bei einem Vergleich mit den EUKLIDischen Axiomen unterstelle ich, daß diese für den physikalischen Raum gelten, bzw. meine diejenigen, welche wirklich gelten. Für ein Axiomsystem eines Gebietes der Physik wählt man verständlicherweise solche Naturgesetze, die einerseits durch hohe Evidenz (ein nur in der Naturwissenschaft möglicher Begriff), andererseits durch ein Maximum von daraus herleitbaren weiteren Aussagen über die Natur ausgezeichnet sind.

[2]) Siehe Fußnote [1]), Seite 462.

[3]) NIEHRS, H.: Z. Physik 127, 187 (1950).

[4]) Die Gültigkeit des Erhaltungssatzes für die Wärmemenge ohne Verknüpfung mit mechanischen Energien findet schon in der Kalorimetrie ihren Ausdruck und erscheint als Folge ihrer Definition. Gleichwohl ist sie nicht bloße Definition, weil die *Möglichkeit* des kalorimetrischen Verfahrens auf Naturgesetzen beruht. Dieses bedarf aber im Prinzip nur der Festlegung zweier Normaltemperaturen T und T' und der Festsetzung, daß die Anzahl der Kalorien eines Körpers gleich der Anzahl gleicher Normalkörper von der Temperatur T' sein soll, die notwendig ist, um in der Mischung die Temperatur T zu erzeugen. Jeder Körper der Temperatur T hat dann die Wärmemenge 0, und durch Iterationen sind beliebige positive und negative Wärmemengen meßbar. Mit diesen Festsetzungen ist noch keine Temperaturskala festgelegt.

Kennzahl, mit welcher Objekte (Körper, Anordnungen, Vorgänge) in eine neuartige Rangordnung gebracht werden können. Diese Rangordnung und die Größe können bedeutungsvoll sein, wie es die gebräuchlichen abgeleiteten Größen sind, weil sie in irgendeiner Hinsicht das Objekt charakterisieren und Voraussagen über sein Verhalten ermöglichen, oder auch bedeutungslos, wenn sie solches nicht leisten. Nicht die Bildung des „Produkts zweier Größen" als zunächst sinnloses Zeichen, sondern die Rangordnung nach entsprechend gebildeten Maßzahlen aus einem kombinativen Verfahren charakterisiert und definiert die abgeleitete Größe[1]). Wenn nun generell durch eine stillschweigende Konvention unter dem Produkt zweier Größen eine solche Größe zu verstehen ist, deren die Rangordnung bestimmende Maßzahl sich multiplikativ aus den Maßzahlen der Ausgangsgrößen ergibt, so postuliert diese Konvention zugleich die Geltung bzw. Anwendbarkeit der algebraischen Regeln für das Rechnen mit den Größen dieses Systems, und die Erfahrung muß weiterhin darin gesehen werden, daß ein aus *wenigen* Grundgrößen so gewonnenes Größensystem zur Beschreibung der physikalischen Wirklichkeit ausreicht. Die Möglichkeit zu sinnvollen Größengleichungen wird also jedenfalls von der Natur bzw. der Erfahrung geliefert. Freilich läßt diese Möglichkeit noch die Form mathematischer Verwirklichung offen, und diese wird erst durch Konventionen eindeutig erzielt. Die so entstehenden Größengleichungen legen dann auch nur konventionell die „Dimensionen" der abgeleiteten Größen im üblichen Sinne fest. Es ist klar, daß die Anzahl der verschiedenartigen Grunddimensionen dann gleich der Anzahl der Grundgrößen des Systems, d.h. der Anzahl der verschiedenen Grundmeßverfahren ist.

Dieses Vorgehen wirft nun folgendes Problem auf: Die Physik zeigt, daß begrifflich verschiedenartige Größen *äquivalent*, d.h. für die Beschreibung von physikalischen Objekten gleichwertig sein können und für ihre Charakterisierung dasselbe leisten. Die Anzahl solcher Äquivalenzen ist größer, als man gemeinhin annimmt. Schon den Winkel kann man als Grundgröße (z.B. mit dem Sextanten) durch Winkelkongruenz und Aneinanderlegen, man kann ihn auch als abgeleitete Größe durch das Verhältnis von Bogenlänge zu Radius messen. Die Äquivalenz beider (begrifflich verschiedenen) Größen beruht wesentlich auf der empirischen Gültigkeit der EUKLIDischen Axiome für den physikalischen Raum. Man kann, wie es die physikalische Theorie tut, beide Größen identifizieren, man könnte sie auch durch einen universellkonstanten Faktor, 57,3° (bzw. Windung/2π) miteinander verknüpfen, worin Grad (bzw. Windung) eine Grundeinheit mit eigener Dimension wäre. Der Flächeninhalt ist nicht nur als abgeleitete Größe, sondern ebenfalls als Grundgröße durch Zusammenfügen, Zerschneiden und kongruentes Überdecken mit Einheitsfiguren meßbar. Auch wenn man weiß, welche Länge 1 cm bedeuten soll, sagt der Ausdruck cm · cm an sich noch nichts darüber aus, daß er einen Flächeninhalt im eben angedeuteten Sinne und ob er gegebenenfalls den eines Quadrats oder einer anderen regulären Figur von 1 cm Seitenlänge bedeuten soll. Beides ist mathematisch widerspruchsfrei möglich. Vielmehr muß cm^2 durch den Flächeninhalt einer *Figur* definiert werden. Die Beispiele lassen sich beliebig vermehren. Träge Masse und schwere Masse, Temperatur und mittlere kinetische Energie je Molekel und Freiheitsgrad, kalorimetrisch gemessene Wärmemenge und durch kombinierte anderweitige Messungen berechnete innere Energie, elektrische Stromstärke und magnetische Spannung pro Leiterumlaufung sind weitere Äquivalenzpaare. Es wäre auch ein Irrtum, anzunehmen, daß die elektrische Ladung (Elektrizitätsmenge) nur in Verbindung mit der Erfahrung eines Kraftgesetzes als Begriff konzipiert und definiert werden kann. Sie ist vielmehr auch ohne Bezug auf ein solches Gesetz als Grundgröße meßbar. Das Meßverfahren beruht auf der Herstellung *gleicher* Ladungen durch Ableiten influenzierter Ladungen und auf der Herstellung von *Ladungssummen* durch Kontakt oder Influenz im Inneren eines Hohlleiters. Solche Operationen und ihre additiven Eigenschaften hat R. W. POHL in rechter Einschätzung ihrer begrifflichen und didaktischen Bedeutung instruktiv beschrieben[2]). Das darauf beruhende Meßverfahren verwendet also unter Verzicht auf jedes *Meß*instrument wie Metermaß oder Waage die Operationen Abschirmung, Isolierung und Berührung (wobei die beiden letzten Operationen nur einige, nicht alle formalen Eigenschaften mit den gleichnamigen der Thermometrie gemeinsam haben). Als anzeigendes Merkmal dient natürlich die Feldwirkung der Ladung, doch genügt ein Indikator für die Verschiedenheit von Ladungen, z.B. Elektroskop oder auch BRAUNsche Röhre einfachster Art als Nullinstrument. Man wird kaum fehlgehen in der Annahme, daß im Prinzip auf diese Weise der Begriff der Elektrizitätsmenge auch historisch konzipiert worden ist. Schon dieser Name weist auf die so gewonnene Kenntnis additiver Eigenschaften des „Umfüllens" hin. In der Schreibweise des CGS-Systems freilich tritt im COULOMBschen Gesetz nicht der auf diese Weise gebildete Begriff der Elektrizitätsmenge, sondern ein nur äquivalenter und gleichnamiger auf.

Gewiß beruhen verschiedenartige Meßverfahren für eine Größe, die diese begrifflich in verschiedenartiger Weise definieren, theoretisch durchleuchtet, stets auf einem verbindenden Naturgesetz, im einen Fall geometrischen Axiomen[3]), im anderen Fall MAXWELLschen Gesetzen, Prinzipien der Relativitätstheorie oder der Molekulartheorie usw. Aber diese alle sind einmal erst auf Grund von Erfahrungen gewonnen und ändern nichts daran, daß phänomenal verschiedene Meßverfahren zunächst begrifflich verschiedene Größen definieren, die danach auf Grund der Theorie entweder identifiziert[4]) oder aber auch nur proportional gesetzt werden.

[1]) Gemeint ist hier stets die Begriffsdefinition, nicht die Wortdefinition. Letztere kann natürlich durch die Identifizierung mit einem vorhandenen Begriff erfolgen und ist höchstens ein sprachliches Problem.

[2]) POHL, R. W.: Elektrizitätslehre, 5. Aufl., §§ 14—18. Berlin-Heidelberg-Göttingen: Springer 1940.

[3]) Das heißt Naturgesetzen im Sinne von Fußnote [1]), S. 463.

[4]) FLEISCHMANN, R.: Z. Physik **129**, 377 (1951). — Mathem. u. Naturwiss. Unterr. **5**, 130 (1952). — Physik. Blätter **9**, 301 (1953). — Naturwiss. **41**, 131 (1954), sieht in solchen Identifizierungen, die er durch Projektionen im Raum der Größendimensionen veranschaulicht, unzulässige Verletzungen der begrifflichen Eindeutigkeit (Begriffsmischungen). Aber auch das dort postulierte und tabellierte Größensystem kann solche Identifizierungen offensichtlich nicht vermeiden. Die Gleichheit der Dimension oder „Größenart" besagt nämlich noch nicht eine Identität der Begriffe selbst und ist daher logisch unschädlich; jedes so gebildete Größensystem ist *in sich* begrifflich eindeutig. Freilich sind die begrifflichen Definitionen der verschiedenen bekannten Systeme *nicht einheitlich* und die Systeme aufeinander nicht abbildbar. Man kann daher Herrn FLEISCHMANN nur zustimmen, daß es wirklich an der Zeit sei, die dadurch hervorgerufene Leerlaufarbeit zu vermeiden.

Wäre die Theorie rigoros nach dem Prinzip der Identifizierung äquivalenter Größen vorgegangen, so wären so viele universelle Naturkonstanten gleich 1 gesetzt worden, daß sämtliche physikalischen Größen, die mathematisch miteinander verknüpfbar sind, heute die Dimension 1 hätten. Wäre die Theorie umgekehrt nach dem Prinzip vorgegangen, phänomenal verschiedenartige Größen nur durch universelle Naturkonstanten multiplikativ zu verknüpfen (Beispiel: Temperatur—BOLTZMANNsche Konstante), so gäbe es heute unübersehbar viele Grunddimensionen. Statt dessen hat man einen praktischen Mittelweg mit manchmal vielleicht unsicheren und unglücklichen Abweichungen eingeschlagen. Ein solches praktisches Prinzip ist aber notwendig, wenn das Wort „Dimension einer Größe" einen brauchbaren Sinn und eine praktische Bedeutung haben soll, und es kann etwa in folgender Weise gekennzeichnet werden:

Jedem *praktisch bedeutsamen* Grundmeßverfahren ist eine Grundgröße und eine Grunddimension zuzuordnen. Zu diesen Grundmeßverfahren könnten wohl gehören: Zeitmessung, Längenmessung, Dynamometrie, Gravimetrie, Elektrometrie, Magnetometrie, Thermometrie, Kalorimetrie, und es gibt gewichtige Gründe, auch die Winkelmessung hinzuzunehmen. (Nur durch die Verknüpfung mit Winkeln bzw. Windungen nämlich kommt der vektoraxiale Charakter einer Reihe von Größen wie Drehmoment usw. in das System herein, und es erschwert das Verständnis, daß so verschiedenartige Größen wie Drehmoment und Energie, Drehimpuls und Wirkung usw. als Größen gleicher „Art" und Dimension behandelt werden.) Jedenfalls zeigt es sich, daß man dem Sinn und Zweck der Dimensionen sicher nicht gerecht werden kann, wenn man allein von theoretischen Gesichtspunkten und nicht auch von der phänomenalen, messenden Physik und ihren Bedürfnissen an das Problem herangeht.

Es bleibt schließlich noch die Frage zu erörtern, die an die ersten Sätze des Aufsatzes anschließt: Warum „ist" eine durch Operationen definierte Temperatur oder Wärmemenge jeweils eine Energie im bekannten Sinne, bzw. worin äußert sich die Äquivalenz dieser an sich verschiedenartigen Größen? Im wesentlichen lautet die Antwort hierauf: Weil man die Aussagen ihrer definierenden Axiome, die Operationseigenschaften, in vollem Umfang auch als gültig für jene Energien wiederfindet, wenn man

(thermische) Isolierung =
vollständig verhinderter Energieaustausch,

(thermische) Berührung =
vollständig unbehinderter Energieaustausch

setzt. Unter dieser Identifizierung kann man die Axiome deduktiv für Energien und ihren Austausch herleiten. Die gleichnamigen Operationen der Elektrostatik unterscheiden sich von jenen, wie oben angedeutet wurde, auch schon in den formalen Eigenschaften, und nur so weit, wie die Analogie in den formalen Eigenschaften reicht, reicht auch die Analogie in den Erscheinungen. Ja, die Erkenntnislogik zeigt, daß letztens jedes Erkenntnisding nur durch seine formalen Relationen zu den anderen Erkenntnisdingen begrifflich erfaßt und definiert werden kann. Wir können daher hinzufügen: Vollständige Analogie der aussagbaren formalen Beziehungen zweier Erscheinungen, Operationen oder Begriffe bedeutet für unser Erkennen auch Identität dieser Erscheinungen, Operationen oder Begriffe.

Denkende und konstruktive Wesen, die anders als die Menschheit irgendeine (und nur diese) Sinnesempfindung, d.h. Fähigkeit zur Differenzierung, hätten, müßten unabhängig von der Art dieser Sinnesempfindung zu genau derselben Physik mit den gleichen Begriffen wie wir kommen, und auch für sie gäbe es bei genügend hohem Stand der Forschung nur unseren physikalischen Raum. Der „Raum der Anschauung" mancher Philosophen ist nicht wesensverschieden von dem physikalischen Raum, sondern nur eine Erkenntniss*stufe* zu diesem, und einem Forscher von genügend Gelegenheit zur Erfahrung würde jedes als „unanschaulich und formal" eingeschätzte System *anschaulich* werden können.

Dem Leiter unseres Instituts, Herrn Professor Dr. MAX VON LAUE, sei in diesem Augenblick mein Dank für sein förderndes Interesse an früheren Arbeiten in dieser Gedankenrichtung ausgesprochen.

Berlin-Dahlem, Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft.

Eingegangen am 29. Juni 1954.

Zur Anaphylatoxinfrage.

Von FRITZ HAHN, Düsseldorf.

Zum Verständnis des Folgenden seien für den dem Fragenkomplex Fernerstehenden einige allgemeine Bemerkungen über den Anaphylaxiebegriff vorausgeschickt. Wir gehen von dem klassischen Experiment der Anaphylaxielehre aus: Injiziert man einem geeigneten Tier (Meerschweinchen) unter die Haut, in die Bauchhöhle oder direkt in die Blutbahn etwas artfremdes Eiweiß (z.B. Pferdeserum oder Eiereiweiß) und wiederholt die Einspritzung nach frühestens 10 bis 14 Tagen, so sieht man im Gegensatz zu der gut vertragenen Erstinjektion heftige, eventuell tödlich verlaufende Krankheitserscheinungen (anaphylaktischer Schock) auftreten. Die durch die Erstinjektion bedingte, aber erst bei der Zweitinjektion manifest werdende Veränderung im biologischen Verhalten des Tieres gegenüber dem betreffenden Eiweiß bezeichnet man seit RICHET (1902) [1] als Anaphylaxie. Wörtlich bedeutet dieser Ausdruck Schutzlosigkeit. Damit ist aber der Vorgang bestenfalls nur phänomenologisch erfaßt. Es handelt sich hierbei nämlich nicht um die Wegnahme eines natürlichen Schutzfaktors, sondern eher um das Gegenteil, wie wir im folgenden sehen werden.

Durch das eindringende artfremde Eiweiß wird der Organismus in seinem arteigenen Eiweißbestand bedroht. Artfremdes Eiweiß als Bestandteil der Nahrung wird vor der Aufnahme in den Körper durch die Darmsäfte zerlegt. Aus den Bruchstücken baut

der Körper sein artspezifisches Eiweiß auf. Gelangt aber artfremdes Eiweiß durch Injektion unter Umgehung des Darmes ins Blut, so hat der Körper nicht mehr die Möglichkeit, es fermentativ zu verdauen. Eiweißverdauende Fermente im Blut würden infolge mangelnder Spezifität das eigene Eiweiß mitverdauen. Statt dessen hat der Körper die Möglichkeit, das im Blute gelöste artfremde Eiweiß durch sog. Antikörper spezifisch auszufällen und dann durch besondere Zellen wegräumen zu lassen. Die Antikörper sind besondere Globuline, die sich nach der ersten Injektion innerhalb etwa 10 Tagen bilden und sich streng spezifisch mit dem artfremden Eiweiß zu unlöslichen Präzipitaten vereinigen. Antikörper erzeugende Substanzen, wie insbesondere artfremdes Eiweiß, bezeichnet man als Antigene.

Die zunächst als zweckmäßig imponierende Vereinigung von Antigen und Antikörper kann, namentlich bei neuerlicher Antigeninjektion, dem Körper zum Verhängnis werden. Irgendwie wird der Körper durch die Präzipitatbildung, wenn sie zu heftig verläuft, „erschüttert". Durch den Prozeß der Antikörperbildung wird also der Körper gegen das betreffende Eiweiß empfindlich („sensibilisiert"). Scheinbar ungiftige, d.h. bei der Erstinjektion, äußerlich gesehen, gut vertragene Eiweißkörper werden zu giftigen gestempelt. Und doch handelt es sich bei der Anaphylaxie gewissermaßen nur um die Kehrseite der sog. Immunitätserscheinungen, bei denen Antikörper (sog. Antitoxine) die Entgiftung hochgradig giftiger Eiweißkörper (Bakterientoxine, Schlangengifte) herbeiführen. Diese Verwandtschaft zeigt sich unter anderem darin, daß Immunitätsreaktionen gelegentlich mit anaphylaktischen Erscheinungen verknüpft sein können.

Die durch die Antigen-Antikörperreaktion ausgelösten anaphylaktischen Reaktionen sind unabhängig von der Art des Antigens immer die gleichen. Sie äußern sich vornehmlich in Kontraktion der glatten Muskulatur der inneren Organe und Lähmung der Blutkapillaren. Bei Meerschweinchen z.B. ist Erstickung durch Verschluß der feineren Bronchien (mit Lungenblähung) die Todesursache.

Frühzeitig tauchte die Vorstellung auf, daß die Symptome der anaphylaktischen Reaktion durch ein Gift („Anaphylatoxin") bedingt seien, das als Resultat der Antigen-Antikörperreaktion im Körper auftrete. Man nahm zunächst an, daß sich das Anaphylatoxin aus dem eiweißartigen Antigen durch eine proteolytische Tätigkeit der Antikörper im Blute bilde.

FRIEDBERGER [2] suchte diese „humorale Theorie" im Jahre 1909 auch experimentell zu belegen, indem er zeigte, daß ein Kontakt von normalem Blutserum (z.B. Meerschweinchenserum) mit Immunpräzipitaten, die sich durch Zusammenwirken von Eiweißantigen mit passendem Antiserum bilden, dem Serum giftige Eigenschaften verleiht. Ein so giftig gemachtes Serum behält seine Giftigkeit auch nach Wiederentfernung der Präzipitate durch Zentrifugieren. Die Erscheinungen, die ein solches Serum auslöst, ähneln sehr dem anaphylaktischen Schock. Bemerkenswert ist, daß man dabei Serum einer Tierart für die gleiche Tierart (z.B. Meerschweinchenserum für Meerschweinchen) toxisch machen kann.

Die Vorstellung der Anaphylatoxinbildung durch Proteolyse des Antigens mußte fallen gelassen werden, als BORDET [3], KEYSSER und WASSERMANN [4], sowie NATHAN [5] zeigten, daß auch andere Stoffe, darunter praktisch stickstofffreie Polysaccharide wie Agar-Agar oder Inulin, ferner Kaolin, Bariumsulfat die Rolle der spezifischen Präzipitate in der Anaphylatoxinbildung übernehmen können. Eine befriedigende Theorie dieser eigentümlichen Serumgiftung durch „Kontaktsubstanzen" blieb jedoch aus.

In den letzten 30 Jahren ist schließlich das Interesse an der Anaphylatoxintheorie ganz erloschen. In modernen Lehrbüchern und Monographien wird sie meist gar nicht mehr erwähnt. Anlaß war der Siegeszug der „zellulären Theorie", die hauptsächlich auf DALE [6] zurückgeht. Nach ihr sind nicht die im Blute kreisenden, sondern die an den Zellen gebundenen Antikörper die Ursache der Anaphylaxie. Sie stützt sich unter anderem auf die Tatsache, daß auch blutfrei gespülte, in Salzlösung aufgehängte (Darmstücke, Uterus) oder mit Salzlösung von den Blutgefäßen aus durchspülte (Lunge) Organe sensibilisierter Tiere (Meerschweinchen) auf Antigenzusatz anaphylaktisch reagieren.

Auch die zelluläre Theorie kam, jedoch mit größerem Erfolg, zu der Annahme einer Giftwirkung als letzter Ursache der anaphylaktischen Erscheinungen. Wir kennen heute die dominierende Rolle, die das Histamin dabei spielt. Es ist gewissermaßen das eigentliche anaphylaktische Gift, was zuletzt mit Evidenz durch die therapeutischen Wirkungen der synthetischen Antihistaminstoffe auf die anaphylaktischen Erscheinungen (mit denen in der Klinik die „allergischen" Krankheiten verwandt sind) erwiesen wurde.

Auch diese Entdeckung schien sich lange Zeit in den Rahmen der zellulären Theorie zu fügen. Das Histamin tritt zwar beim Meerschweinchen im anaphylaktischen Schock vermehrt im Blute auf. Aber es war kein Hinweis vorhanden, daß es dabei im Blut entsteht, wie etwa das FRIEDBERGERsche Anaphylatoxin. Daß das Histamin mit diesem sicher nicht identisch ist, ging schon aus den Versuchen von DALE und KELLAWAY [7] hervor und ist auch durch neuere Versuche bestätigt worden. Die Fülle der experimentellen Tatsachen beweist auch mit Sicherheit, daß die Quelle des Histamins die Zellen von solchen Organen sind, in denen das Histamin schon normalerweise in reichlicher Menge, wenn auch in inaktiver Bindung, vorhanden ist[1]). Die zelluläre Theorie schien aber nicht nur die humorale Entstehung des Histamins, sondern auch die Mitbeteiligung von Blutplasmafaktoren an der zellulären Ausschüttung des Histamins auszuschließen. Zweifellos kann man Histamin auch aus solchen Organen im Moment des anaphylaktischen Schocks auswaschen, deren Blutgefäße nicht mit Blut, sondern mit Salzlösung gespeist werden, wie zuerst die grundlegenden Versuche von BARTOSCH, FELDBERG und NAGEL [8] an der Meerschweinchenlunge gezeigt haben.

Die Situation hat sich aber geändert, seit ROCHA E SILVA, SCROGGIE, FIDLAR und JAQUES [9] zeigten, daß aus sensibilisierter Hundeleber wesentlich größere Histaminmengen auf Antigenzusatz frei werden, wenn die Leber mit Blut statt mit Salzlösung durchströmt

[1]) Daß auch beim Kaninchen gewisse Blutzellen im anaphylaktischen Schock Histamin frei geben, ändert nichts an dieser Feststellung. Die FRIEDBERGERsche Theorie beinhaltet dagegen die Entstehung von anaphylaktischem Gift in zellfreiem Blutplasma oder -serum.

wird. Dies eröffnete die Möglichkeit, neben dem zellulären auch einen humoralen Faktor für die histaminbedingten anaphylaktischen Reaktionen mit verantwortlich zu machen, wobei die Autoren allerdings noch nicht an das Anaphylatoxin dachten. Als wir dann selbst vor einigen Jahren das Anaphylatoxinproblem erneut aufgriffen, geschah es aus der Überlegung heraus, daß das Anaphylatoxin möglicherweise so wirkt, daß es Histamin aus den Zellen frei macht.

Die erste Aufgabe, die sich uns dabei stellte, war festzustellen, ob überhaupt an dem durch Anaphylatoxin hervorgerufenen Schock Histamin beteiligt sein kann. Dieser Nachweis ist uns mit hoher Wahrscheinlichkeit gelungen, als wir (HAHN und OBERDORF [*10*]) fanden, daß Antihistaminika in kleinen Dosen den tödlichen Anaphylatoxinschock bei Meerschweinchen verhindern.

Inzwischen hat auch ROCHA E SILVA [*11*] bis [*14*] sein Augenmerk dem Anaphylatoxin zugewandt und an der isolierten und mit Salzlösung (Ringerlösung) durchströmten Meerschweinchenlunge tatsächlich nachweisen können, daß Anaphylatoxin aus den Lungenzellen Histamin frei macht. Einen anderen Weg haben die von uns bereits in der ersten Veröffentlichung angekündigten, gemeinsam mit HUBERT GIERTZ durchgeführten Untersuchungen eingeschlagen, über die im folgenden berichtet werden soll. Wir bestimmten das Verhalten des Bluthistamins am intakten Tier nach Einverleibung von Anaphylatoxin.

Das Blut- sowie Blutplasmahistamin wurde nach der Methode von CODE [*15*] bestimmt. Wir gingen so vor, daß wir im Anaphylatoxinschock Blut entnahmen und die damit erhaltenen Ergebnisse mit den Histaminwerten von normalen Tieren, die nichts erhalten hatten, sowie von Kontrolltieren verglichen. Kontrolltiere waren Meerschweinchen, bei denen statt Anaphylatoxin normales Meerschweinchenserum injiziert wurde, das aus der gleichen Serumcharge stammte wie das zur Anaphylatoxingewinnung benutzte.

Das Anaphylatoxin wurde durch Behandlung von Meerschweinchenserum mit Inulin[1]) nach der Methode von NATHAN [*5*] erhalten. Wir injizierten genau 2 cm³/100 g intravenös (Jugularvene) und entnahmen 1 bis 2 min danach mit der Spritze Blut aus der Carotis (örtliche Betäubung mit Novocain). Als gerinnungshemmende Mittel dienten Oxalat (in Substanz) oder Vetren-(= Heparin)lösung, dem Blut im Verhältnis 1:10 zugesetzt.

Die bei den drei Gruppen (Schocktiere, Normaltiere, Kontrolltiere) erhaltenen Histaminwerte sind in den folgenden Figuren in Form von Verteilungskurven wiedergegeben. Hierzu wurde das Wahrscheinlichkeitsnetz benutzt (vgl. DAEVES und BECKEL [*16*]). Auf der Abszisse sind die Histaminwerte im logarithmischen Maßstab als Histaminbase/cm³ Blut bzw. Plasma eingetragen. Auf der Ordinate sind die sog. Summenhäufigkeitsprozente angeführt und zwar in einem Maßstab, der sich aus dem GAUSSschen Integral ergibt. Jeder Punkt auf der Ordinate gibt an, wieviel Prozent des gesamten Kollektivs den durch den zugehörigen Abszissenpunkt gekennzeichneten Histaminwert nicht überschreitet. Der Wert, über den 50% der Tiere nicht hinausgehen, soll nach einem Vorschlag von DAEVES und BECKEL [*16*] im folgenden als Mitte*n*wert ($=M$) (im Gegensatz zum arithmetischen Mitte*l*wert) bezeichnet werden. Die Neigung der häufig geradlinigen Verteilungskurven ist ein Maß für die Streuung der Werte.

[1]) Verwendet wurde Inulin von den Difko Laboratories, Detroit. 1 cm³ 5%iger Suspension wurde zu 10 cm³ frischen Meerschweinchenserums gegeben und nach einstündigem Aufenthalt des Gemisches bei 37° wieder abzentrifugiert.

Die bei 67 normalen Meerschweinchen im Vollblut gefundenen Histaminwerte mit einem Mittenwert von 0,32 γ Base/cm³ sind höher als die von CODE und niedriger als die von EMMELIN [*17*] gefundenen. Bei 20 mit Normalserum behandelten Tieren liegt die Verteilungsgerade im Bereich niedrigerer Werte (mit einem M von 0,25). Dieser Abfall kann kein einfacher Verdünnungseffekt durch das injizierte Serum sein. Denn Normalserum von Meerschweinchen ist auch histaminhaltig, und zwar nur etwas weniger als Vollblut ($M = 0{,}27\ \gamma/\text{cm}^3$ nach Fig. 3). Vielmehr muß der Histaminabfall im Gesamtblut nach Normalseruminjektionen zurückgeführt werden auf die von uns festgestellte Abnahme von solchen Zellen im Blut, die als Histaminträger in Betracht kommen. Es nehmen sowohl die weißen Blutkörperchen mit besonderer Beteiligung der Segmentkernigen als auch die Blutplättchen ab. Durch Kontrolle der roten Blutkörperchen konnten wir ausschließen, daß auch an diesen Zellverschiebungen die Verdünnung des Blutes durch das injizierte Serum wesentlich beteiligt ist.

Im Anaphylatoxinschock hing nun das Verhalten des Bluthistamins davon ab, ob es innerhalb kurzer Zeit (5 min) zu einem tödlichen Ausgang kam oder ob die Tiere für längere Zeit oder dauernd überlebten. Im ersteren Fall waren die Werte besonders gegenüber Kontrollblut erhöht (bei 12 Tieren zwischen 0,16 und 1,20 γ/cm³, davon 7mal über 0,27), im letzteren erniedrigt (0,07 bis 0,26 γ/cm³). Die Kontrollwerte schwanken zwischen 0,09 und 0,48 γ/cm³. Im Wahrscheinlichkeitsnetz (Fig. 1) prägt sich dies in dem bajonettförmigen Knick der Verteilungskurve aus.

Die beim nicht tödlichen Schock vorhandene Tendenz zu niedrigen Histaminwerten ist ausgesprochener als nach Injektion von nicht aktiviertem Meerschweinchenserum. Wenn Histaminbestimmungen am gleichen Tier vor und nach der Serum- bzw. Anaphylatoxininjektion vorgenommen wurden, fanden wir nach Kontrollserum eine Erniedrigung des Histamingehaltes durchschnittlich auf $^2/_3$, nach Anaphylatoxin auf weniger als $^1/_8$ des Ausgangswertes, wenn es nicht zum schweren Schock kam.

Dem entsprach es, daß nach Anaphylatoxininjektion auch die Abnahme der Segmentkernigen und der Thrombozyten erheblich stärker war als nach Kontrollseruminjektionen. Sie war aber auch weitgehend unabhängig von der Schwere des Schocks. Somit konnte die bei schwerem Schock auftretende Histaminvermehrung im Blut auch nur auf einer Histaminvermehrung im Plasma beruhen.

Wir bestimmten das Plasmahistamin, indem wir das aus der Carotis mit der Spritze entnommene und ungerinnbar gemachte Blut in paraffinierten Zentrifugengläsern sofort nach der Entnahme zentrifugierten. Bei Verwendung von Vetrenlösung[2]) wurde der dadurch bedingte Verdünnungsfaktor berücksichtigt, wobei wir unterstellten, daß die dem Blut zugesetzte Flüssigkeit sich nur auf das Plasma verteilt (durch Hämatokritbestimmungen bestätigt).

Die normalen Plasmawerte hatten im Vetrenplasma bei 78 Proben ein $M = 0{,}21\ \gamma/\text{cm}^3$ (Fig. 2). Die Werte stimmen gut mit EMMELIN [*17*] überein. Auffallenderweise erhielten wir im Oxalatplasma (Fig. 3) bei 67 Proben erheblich niedrigere Werte: $M = 0{,}077\ \gamma/\text{cm}^3$.

Diese Differenz konnte zum Teil auf einen Histamingehalt des Vetrens (Heparin) zurückgeführt werden, auf den auch EMMELIN [*17*] schon hinwies. Wir fanden in einigen Vetrenchargen nach der Extraktion mit dem CODEschen Verfahren meist Werte von etwa

[2]) Vetren (Heparin) ist ein aus Tierleber gewonnenes Antikoagulans. Es dient als Zusatz zur Aufhebung der Gerinnungsfähigkeit des Blutes bei Transfusionen und bei Untersuchungen.

0,1 bis 0,3 γ/cm^3. In den nativen, d.h. nicht dem CODEschen Verfahren unterworfenen Vetrenlösungen waren die Histaminwerte allerdings um ein Vielfaches niedriger. Aber auch die mit dem CODEschen Verfahren erhaltenenen Werte reichen nicht aus, um die höheren Werte im Vetrenplasma ganz zu erklären. Die folgenden Beobachtungen zeigen, daß in den Versuchen mit Vetren ein stärkerer Austritt von Histamin aus den Blutzellen bei der Plasmagewinnung stattfand. Die Vermutung, daß das Vetren diesen Vorgang begünstigt, konnte allerdings durch spezielle Versuche nicht

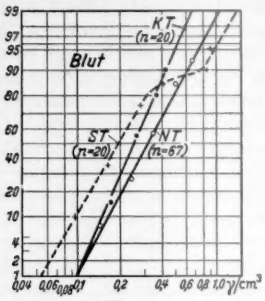


Fig. 1.

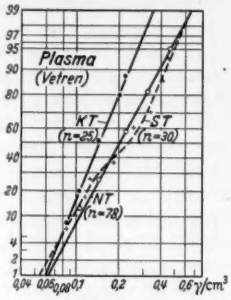


Fig. 2.

Fig. 1. Unterschiede im Bluthistamin von normalen Meerschweinchen, Kontrolltieren (d.h. nach Injektion von einfachem Meerschweinchenserum) und Schocktieren (d.h. nach Injektion von mit Inulin aktiviertem Meerschweinchenserum = Anaphylatoxin). Abszisse: Gehalt an Histamin in γ/cm^3. Ordinate: Summenhäufigkeitsprozente (vgl. Text S. 467). *S.T.* Schocktiere (×); *N.T.* Normaltiere (○); *K.T.* Kontrolltiere (●).

Fig. 2. Unterschiede im Plasmahistamin (Heparinplasma) von normalen Meerschweinchen, Kontrolltieren und Schocktieren. Abszisse, Ordinate und Bedeutung der Zeichen wie bei Fig. 1.

sicher erhärtet werden. Wir nehmen trotzdem an, daß bei Verwendung von Heparin (Vetren) eine erhöhte Labilität des zellulär gebundenen Histamins besteht, zumal auch EMMELIN dabei ähnlich hohe Werte wie wir erhielt. Wahrscheinlich muß noch ein anderer Faktor (Geschwindigkeit der Blutentnahme ?) hinzukommen, um dies manifest zu machen. Jedenfalls betonen diese Befunde die Gefahr, daß imponderable Momente die Histaminwerte fälschen, d.h. in die Höhe treiben können.

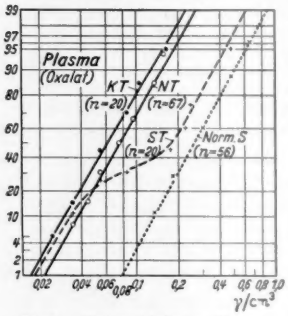


Fig. 3. Unterschiede im Plasmahistamin (Oxalatplasma) von normalen Meerschweinchen, Kontrolltieren und Schocktieren. Außerdem Verhalten des normalen Serumhistamins. Abszisse, Ordinate und Bedeutung der Zeichen wie bei Fig. 1. Die dünne gestrichelte Linie Norm. S. bezieht sich auf das Normalserum.

Es wurde nach Injektion von Normalserum bei 20 Tieren im Oxalatplasma ein $M = 0{,}062\ \gamma/cm^3$ (Fig. 3) erhalten. Bei 25 Vetrenplasmaproben betrug $M = 0{,}15\ \gamma/cm^3$ (Fig. 2). Wir fanden also im Vetrenplasma (insbesondere im Bereich der höheren Histaminwerte) nach Kontrollseruminjektionen eine Abnahme der Histaminwerte, die bei den Oxalatversuchen geringer war. Die Ursache für diese Verminderung liegt in der Abnahme der Leukozyten oder Plättchen nach der Seruminjektion. Die Quelle für das ins Plasma übertretende Histamin ist dadurch vermindert, was sich offenbar in den Vetrenversuchen aus noch ungeklärten Gründen stärker auswirkte.

Es folgt aber auch, daß die wahren Plasmahistaminwerte sogar noch etwas niedriger liegen dürften als die im Normalplasma mit Oxalat gefundenen. Die Fehlerquelle eines Histaminübertritts aus den Blutzellen ins Plasma bei der Plasmagewinnung ist eben schwer ganz auszuschalten.

Da in unseren Versuchen Leukozyten und Plättchen immer gleichzeitig abnahmen, läßt sich aus ihnen nicht entnehmen, ob beide Zellarten oder nur eine von ihnen die eigentlichen Histaminträger sind. Aus der Literatur (vgl. CODE [*15*]) ist hierüber auch nichts zu erfahren. Wir versuchten, durch eigene Versuche auch hier weiterzukommen.

Die Frage, ob es die Plättchen sein könnten, prüften wir, indem wir nach einem Vorgehen, das EMMELIN bei Kaninchenblut anwandte, das Meerschweinchenblut (mit Oxalat oder Vetren) mit verschiedenen Tourenzahlen (1000 bis 5000 pro min) oder mit verschiedener Dauer (5 min bis 1 Std) zentrifugierten. Ein Unterschied war nicht festzustellen. Es war ferner ohne Bedeutung, ob wir Vetrenblut in paraffinierten oder nicht paraffinierten Gläsern auffingen. Wenn Meerschweinchenblut (mit Oxalat) direkt aus der Carotis ohne Spritze in paraffinierte Zentrifugengläser gebracht wurde und dann ein Teil des Blutes mehrmals mit einer Spritze aufgezogen wurde, so erhielten wir die gleichen Histaminwerte im Plasma wie ohne Behandlung mit der Spritze. Es war auch gleichgültig, ob Oxalatblut oder Vetrenblut sofort oder erst nach längerer Zeit (1 bis 2 Std) zur Plasmagewinnung zentrifugiert wurde.

Diese Tatsachen sprechen eher dagegen, daß die Blutplättchen als Hauptträger des Histamins beim Meerschweinchen in Frage kommen. Andererseits steigt bei der Blutgerinnung das extrazelluläre Bluthistamin, wie die Serumwerte in der Fig. 3 zeigen, beträchtlich an. Daß das Histamin hierbei aus den zellulären Elementen stammt, ergaben Versuche mit Schockblut. Hier war bei stark erniedrigtem oder fehlendem Granulozyten- und Plättchengehalt nach der Gerinnung der Histamingehalt im Serum dem Histamingehalt im ungeronnenen Plasma gleich.

Es gelang auch nicht, durch gleichzeitige Bestimmung von Bluthistamin, Granulozyten, Thrombozyten-, Lymphozyten- und Erythrozytenzahl eine Korrelation zwischen Histamin und einem dieser zellulären Blutelemente herzustellen. Dennoch machten wir eine Beobachtung, die direkt auf die segmentkernigen Leukozyten als Histaminträger hinweist. Wenn man bei Meerschweinchen wiederholte, bis zum Verblutungstod gehende Aderlässe unmittelbar hintereinander durchführt, so nimmt das Bluthistamin besonders bei der letzten Blutentnahme (meist drei in unseren Versuchen) ab. Das Plasmahistamin bleibt ziemlich konstant. Die Abnahme des Bluthistamins geht mit einer Abnahme der Leukozyten, aber nicht der Blutplättchen einher.

Was nun das Verhalten des Plasmahistamins im Anaphylatoxinschock betrifft, so ergab sich eine deutliche Vermehrung, sobald ein innerhalb 5 min tödlicher Schock zu verzeichnen war, und zwar sowohl mit Oxalat- (20 Versuche) als auch mit Vetrenplasma (30 Versuche). So war bei den Versuchen mit Oxalatplasma 12mal ein schwerer Schock vorhanden. Die Histaminwerte lagen zwischen 0,14 und 0,50 γ/cm^3, 7mal, d.h. in mehr als der Hälfte der Fälle über 0,24 γ/cm^3, dem etwa Dreifachen von M der normalen Plasmawerte. Gegenüber den Kontrolltieren war der Unterschied noch etwas größer. Wenn der Tod verzögert eintrat oder ausblieb, wurden normale Werte (zwischen $< 0{,}01$ und 0,25 γ/cm^3) erhalten. Im Wahrscheinlichkeitsnetz (Fig. 3) finden wir wiederum den bajonettförmigen Knick in der Verteilungskurve.

Bei Verwendung von Vetren (Fig. 2) zeigte die Verteilungskurve für das Schockplasma auch eine bajonettförmige Knickung. Auch hier bestand zwischen solchen Tieren, die innerhalb kurzer Zeit (6 min), und solchen, die später oder gar nicht starben, ein scharfer Unterschied. In 17 Fällen der ersten Art betrugen die Histaminwerte 0,20 bis 0,55 γ/cm^3, in 13 Fällen der letzteren Art 0,07 bis 0,23, nur in einem Fall 0,55 γ/cm^3. Die Lage der Verteilungskurve unterscheidet sich aber nur wenig von derjenigen der Verteilungskurve der normalen Plasmawerte. Diese liegen eben nach den vorausgehenden Ausführungen zu hoch. Dagegen ist der Unterschied gegenüber dem Kontrollplasma deutlich, wenn auch nicht so sehr wie in den Oxalatversuchen.

Die in beiden Versuchsserien gefundene Histaminvermehrung im Schockplasma ist sicher reell, da die Gefahr einer Vortäuschung zu hoher Histaminwerte durch Übertritt aus den Blutzellen bei der Plasmagewinnung hier wegen des Schwunds der dafür in Betracht kommenden Elemente praktisch wegfällt. In den Versuchen mit Vetren kann die durch die Mitextraktion der Vetrenlösung beigesteuerte Histaminmenge unberücksichtigt bleiben, da jeweils die gleichen Vetrenchargen für Normal-, Schock- und Kontrollplasma verwendet wurden.

Der gleichzeitige Schwund der Leukozyten und Blutplättchen legt die Frage nahe, ob nicht ein Zerfall dieser Elemente (wobei nach unserer Auffassung in erster Linie an die Leukozyten zu denken wäre) die Histaminvermehrung im Plasma bedingt. Die Tatsache aber, daß die morphologischen Verschiebungen im Blut unabhängig von der Schwere des Schocks sind und nicht mit der Histaminvermehrung im Plasma parallel gehen, ferner das Verhalten der Kontrolltiere, wo auch eine gewisse Abnahme der Leukozyten und Blutplättchen, aber keine Histaminvermehrung im Plasma stattfindet, sprechen dafür, daß die Vermehrung des Histamins im Plasma durch eine Ausschüttung aus dem Gewebe und nicht durch einen Zerfall von zelligen Blutelementen zustande kommt. Es geht übrigens aus anderen Untersuchungen von uns hervor, daß wahrscheinlich die Leukozyten nicht zerfallen, sondern in bestimmten Gebieten (Lunge) zurückgehalten werden.

Ein weiterer Beweis für die Richtigkeit unserer Auffassung ist die Tatsache, daß im schweren Schock infolge der Histaminvermehrung im Plasma der Histamingehalt im Gesamtblut über den normalen Gehalt ansteigen kann, während doch bei einem zelligen Zerfall der Histamingehalt im Gesamtblut sich nicht über die Norm erheben dürfte.

Die Fähigkeit von Polysacchariden zur Anaphylatoxinbildung, die hier am Beispiel des Inulins gezeigt wurde, hat möglicherweise im Hinblick auf die im Körper vorhandenen Polysaccharide eine allgemeine biologische Bedeutung (vgl. ROCHA E SILVA [*13*]). Von Interesse mag in diesem Zusammenhang auch der Hinweis auf das als Blutersatzmittel verwendete Dextran sein. Dieses Polysaccharid hat eine eigentümliche, artspezifisch begrenzte Toxizität (Ödembildung) für Ratten (MORRISON, RICHARDSON und BLOOM [*18*]; VOORHEES, BAKER und PULASKI [*19*]; EDLUND, LÖFGREN und VÄLI [*20*]), die mehrfach mit einer Histaminwirkung in Zusammenhang gebracht worden ist (HALPERN und BRIOT [*21*]; HAHN und WELLMANN [*22*]). Wir verdanken ROCHA E SILVA den Hinweis auf ältere Untersuchungen von NOVY und DE KRUIF [*23*], wonach Rattenserum sich besonders zur Anaphylatoxinbildung eignet, und auf die Möglichkeit, daß dies die Ursache für die Dextrangiftigkeit für Ratten sein könnte. Es ergab sich in der Tat in Versuchen zusammen mit A. LANGE, daß das Dextran mit Rattenserum ein sehr wirksames Anaphylatoxin bildet, das ungleich wirksamer als aus Meerschweinchenserum hergestelltes Anaphylatoxin ist, während Hunde- und Kaninchenserum mit Dextran überhaupt kein Anaphylatoxin liefert. Das Anaphylatoxin wurde hierbei durch intravenöse Injektion am Meerschweinchen getestet, wobei sich im positiven Falle eine typische, durch Antihistaminika hemmbare Lungenblähung ergab. Dextran war hierbei am wirksamsten, wenn es in Substanz zum Serum (es genügen 5 mg zu 10 cm³ Serum) gegeben wurde. Weniger wirksam war Dextran, das durch Erwärmen auf 80° in wäßrige Lösung gebracht war.

Bemerkenswerterweise war aber weder Inulin noch mit Ratten- oder Meerschweinchenserum hergestelltes Inulin-Anaphylatoxin in der Lage, bei Ratten Ödeme zu erzeugen, obwohl Inulin mit Rattenserum ein Anaphylatoxin bildet, das an Wirksamkeit dem mit Dextran hergestellten entspricht. Es ist daher fraglich, ob die Dextrantoxizität bei Ratten auf der Anaphylatoxinbildung im Rattenserum beruht. HALPERN und BRIOT [*21*] haben außerdem festgestellt, daß Dextran in direktem Kontakt mit Hautstückchen ohne Vermittlung von Serumbestandteilen Histamin frei setzt. Andererseits fanden wir den gleichen Unterschied zwischen festem und heiß gelöstem Dextran in der Eignung zur Ödemerzeugung wie zur Anaphylatoxinbildung. Vielleicht gibt es auch bei der Entstehung von Rattenödem einen humoralen und einen zellulären Faktor.

Bei Hunden ist das Blutersatzmittel Polyvinylpyrrolidon (Kollidon) toxisch. Auch hier wird Histamin frei (HAHN und WELLMANN [*22*]). Mit Polyvinylpyrrolidon konnte jedoch in unseren Versuchen zusammen mit Hundeserum kein auf Meerschweinchen wirksames Anaphylatoxin gebildet werden.

Für zukünftige Untersuchungen dürften auch gewisse artspezifische Unterschiede im Verhalten der Serumarten von Interesse sein, die in folgender Beobachtung zum Ausdruck kommen. Während Dextran und Inulin mit Rattenserum ein gleich starkes Anaphylatoxin bilden, ist das mit Meerschweinchenserum und Inulin gewonnene Anaphylatoxin wirksamer als das mit Dextran gewonnene.

Einstweilen bleibt das interessante Phänomen der Anaphylatoxinentstehung noch in Dunkel gehüllt (ältere Literatur s. DOERR [*24*]). Wir wissen, daß die Matrix der Anaphylatoxinbildung im Serum relativ thermolabil (gegenüber Erhitzen auf 60°) ist. Das fertige Anaphylatoxin widersteht höheren Temperaturgraden, wird aber auch durch Temperaturen von 69° teilweise und durch höhere Temperaturen vollständig zerstört (ROCHA E SILVA [*12*], [*13*]). Das Anaphylatoxin ist außerdem nicht in heißem Alkohol löslich (ROCHA E SILVA [*13*]), entspricht also wohl nicht einem niederen Amin von der Art der „Histaminliberators", wie sie neuerdings gefunden worden sind. Es ist auch nicht dialysierbar, und seine Bildung geht nicht mit einer Vermehrung der niedermolekularen Stickstoffverbindungen im Blute einher (ROCHA E SILVA [*13*]). Interessant ist auch die Feststellung von ROCHA E SILVA [*12*], [*14*], daß Zitratzusatz vor der Blutgerinnung die Anaphylatoxinbildung hemmt, wobei anscheinend nicht die Kalziumbindung Ursache dieser Hemmungswirkung ist.

Es ist erfreulich, daß die Anaphylatoxinfrage jetzt wieder auf größeres Interesse zu stoßen scheint. Von einer Lösung dieses Problems dürfte auch für die Theorie der spezifischen Anaphylaxie in jedem Fall ein Gewinn erwartet werden.

Zusammenfassung.

1. Mit Inulin aus Meerschweinchenserum hergestelltes Anaphylatoxin erzeugt beim Meerschweinchen, sobald es zu einem schweren tödlichen Schock kommt, eine Histaminvermehrung im Plasma, die auf eine Histaminausschüttung aus dem Gewebe zurückzuführen ist.

2. Durch Verminderung oder Verlust der als Histaminträger des Blutes in Betracht kommenden zelligen Elemente besteht im Gesamtblut eine Tendenz zur Histaminabnahme, die allerdings im schweren Schock durch die Histaminvermehrung im Plasma ausgeglichen oder überkompensiert werden kann.

3. Die in Vetren-(Heparin-)Plasma von normalen Meerschweinchen gefundenen Histaminwerte waren höher als die in Oxalatplasma gefundenen. Letztere betrugen im Mittel 0,077 γ Histaminbase/cm³.

4. Unter den zelligen Elementen sind wahrscheinlich die segmentkernigen Leukozyten die Hauptträger des Bluthistamins. Im Gesamtblut lagen die Histaminwerte im Mittel bei 0,32 γ/cm³.

5. Im Hinblick auf die toxischen Reaktionen, welche Dextran bei Ratten auslöst und bei welchen Histamin eine Rolle spielt, ist die Beobachtung von Interesse, daß Dextran mit Rattenserum ein besonders wirksames Anaphylatoxin für Meerschweinchen erzeugt.

Literatur.

[1] PORTIER, P., et C. R. RICHET: C. R. Soc. Biol. Paris **54**, 170 (1902). — [2] FRIEDBERGER, E.: Z. Immun.forsch. **2**, 208 (1909). — [3] BORDET, J.: C. R. Soc. Biol. Paris **74**, 877 (1913). — [4] KEYSSER, F., u. M. WASSERMANN: Z. Hyg. **68**, 535 (1911). — [5] NATHAN, E.: Z. Immun.forsch. **23**, 204 (1914). — [6] DALE, H. H.: J. of Pharmacol. **4**, 517 (1913). — [7] DALE, H. H., and C. H. KELLAWAY: Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. B **211**, 273 (1922). — [8] BARTOSCH, R., W. FELDBERG u. E. NAGEL: Pflügers Arch. **230**, 129 (1932). — [9] ROCHA E SILVA, M., E. SCROGGIE, E. FIDLAR and L. B. JAQUES: Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med. **64**, 141 (1947). — [10] HAHN, F., u. A. OBERDORF: Z. Immun.forsch. **107**, 528 (1950). — [11] ROCHA E SILVA, M., O. BIER u. M. ARONSON: Nature [London] **168**, 465 (1951). — [12] ROCHA E SILVA, M., and M. ARONSON: Brit. J. Exper. Path. **33**, 577 (1952). — [13] ROCHA E SILVA, M.: Reaõçes inesperadas em Farmakologia. São Paulo 1952. — [14] ROCHA E SILVA, M.: Brit. Med. J. **1952**, 779. — [15] CODE, C. F.: J. of Physiol. **89**, 257 (1937). — Amer. J. Physiol. **127**, 78 (1939). — Physiologic. Rev. **32**, 47 (1952). — [16] DAEVES, K., u. A. BECKEL: Großzahlforschung. Weinheim: Verlag Chemie 1948. — [17] EMMELIN, N.: Acta physiol. scand. [Stockh.] **11**, Suppl. XXXIV (1945). — [18] MORRISON, J. L., A. P. RICHARDSON et W. L. BLOOM: Arch. int. Pharmacodynam. **88**, 98 (1951). — [19] VOORHEES, A. B., H. J. BAKER and E. J. PULASKI: Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med. **76**, 254 (1951). — [20] EDLUND, T., B. LÖFGREN and L. VÄLI: Nature [London] **170**, 125 (1952). — [21] HALPERN, B. N., and M. BRIOT: C. R. Soc. Biol. Paris. **146**, 15, 21, 1552 (1952) — [22] HAHN, F., u. A. WELLMANN: Klin. Wschr. **1952**, 998. — [23] NOVY, F. G., and P. H. DE KRUIF: J. Infect. Diséases **20**, 589 (1917). — [24] DOERR, R.: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. XIII, S. 650. 1929.

Pharmakologisches Institut der Medizinischen Akademie Düsseldorf (Direktor: Prof. Dr. F. HAHN).

Eingegangen am 5. November 1953.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Ladungstrennung bei Strömungen in ionisierten Gasen und kosmische Radiofrequenzstrahlung.

Bekanntlich vermutet man makroskopisch kohärente Bewegungen der Komponenten kosmischer Plasmen als Quelle des nichtthermischen Anteils der kosmischen Radioemission.

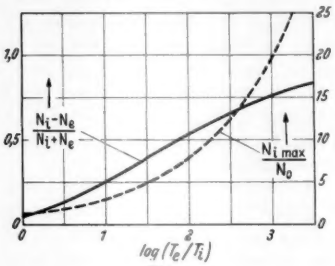


Fig. 1.

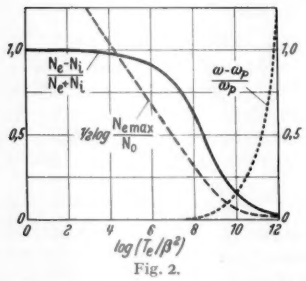


Fig. 2.

Fig. 1 u. 2. Temperaturabhängigkeit der quasistationär höchstmöglichen Ladungstrennung $\left|\frac{N_i-N_e}{N_i+N_e}\right|$ und der Verdichtungsamplitude $\frac{N_{i,e\,max}}{N_0}$ für Ionenschall: Fig. 1 und Elektronenschall: Fig. 2. In Fig. 2 ferner Abweichung der Frequenz ω der Welle maximaler Ladungstrennung von der Plasmafrequenz ω_p. β = Verhältnis der maximalen Elektronengeschwindigkeit zur Lichtgeschwindigkeit (s. Text).

Hierbei ist die Frage von Interesse, inwieweit sich in einem im Mittel elektrisch neutralen Plasma raumzeitlich schwankende Raumladungen ausbilden können. Bei terrestrischen Radiosendern sind stets Ladungstrennungseffekte im Spiel. Andererseits herrscht vielfach die Auffassung vor, daß wegen der gegenüber anderen Kräften sehr großen COULOMBschen Anziehungskräfte zwischen Ionen und Elektronen in einem Plasma keine nennenswerte Ladungstrennung auftreten könne. SCHLÜTER[1]) zeigt z. B., daß die Ladungstrennung — als solche sei die Größe $\left|\frac{N_i-N_e}{N_i+N_e}\right|$ bezeichnet (N_i, N_e = Ionen-, Elektronendichte) —, die sich in einem sonst ungestörten Plasma im Gravitationsfeld ausbildet, von der praktisch unmerklichen Größenordnung 10^{-35} ist.

Um die Frage für ein Plasma im *dynamischen* Zustand zu untersuchen, wird man zweckmäßig von einer kontinuumstheoretischen Betrachtungsweise ausgehen. Da der zur Ermittlung von Grenzamplituden wichtige nichtlineare Charakter der hier zuständigen magneto-hydrodynamischen Gleichungen für kompressibles Medium[2]) keine allgemeine Behandlung zuläßt, wird hier folgender Spezialfall untersucht: Quasistationäre, eindimensionale Bewegung bei reversibler Zustandsänderung in einem Plasma, dessen Ionen- und Elektronenkomponente im ungestörten Zustand die (im allgemeinen nicht gleichen) Temperaturen T_i und T_e aufweisen. Mit der Beschränkung auf Eindimensionalität sind Einwirkung und Auftreten von Magnetfeldern ausgeschlossen und damit allerdings auch Strahlungseffekte, was unvermeidbar ist bei der Absicht, zunächst eine Übersicht über die Möglichkeit und Grenzen einer Ladungstrennung zu gewinnen. Unter diesen Voraussetzungen lassen sich für die Dichten N_i, N_e als Funktion von Ort und Zeit zwei Beziehungen ableiten, eine davon als Differentialgleichung erster Ordnung, deren Lösung durch Quadratur gewonnen werden kann *).

Während in einem elektrisch neutralen Gase quasistationäre Bewegungen großer Amplitude bei reversibler Zustandsänderung bekanntlich nicht existieren, ist dies in einem Plasma der Fall, und zwar einmal als nichtharmonische periodische Bewegung vorzugsweise der Elektronen — sog. Elektronenschall[3]) — bei Frequenzen oberhalb der Elektronenplasmafrequenz $\omega_p = \sqrt{\frac{4\pi e^2 N_0}{m_e}}$ (m_e, e = Elektronenmasse, -ladung, N_0 = Ruhedichte) und zweitens als periodische oder nichtperiodische Bewegung mit vergleichbarer Amplitude beider Plasmakomponenten — sog. Ionenschall —. Es ergeben sich obere Grenzen für Ladungstrennung und Verdichtung, die in Fig. 1 über dem Temperaturverhältnis T_e/T_i für die aperiodische Ionenschallwelle — einen einzelnen Ionen- und Elektronenverdichtungsimpuls —, in Fig. 2 für den Elektronenschall über der Elektronentemperatur aufgetragen sind. Die Schranken für die Dichteschwankungen existieren, da die Temperaturbewegung (Diffusion) eine beliebig starke Kompression einer Plasmakomponente unter den aus dem Strömungsvorgang resultierenden Kräften nicht zuläßt. Beim Elektronenschall tritt als weitere Begrenzung hinzu, daß die Geschwindigkeitsamplituden nur einen — bei nichtrelativistischer Rechnung willkürlich festsetzbaren — Bruchteil $\beta < 1$ der Lichtgeschwindigkeit erreichen können. Fig. 2 enthält ferner die relative Abweichung der zu der Bewegung maximaler Ladungstrennung gehörenden Frequenzen ω von der Plasmafrequenz ω_p.

Wie man aus den Figuren erkennt, sind in einem Plasma unter geeigneten Bedingungen erhebliche Ladungstrennungen und quasistationär sehr viel größere Dichteamplituden möglich als bei Stoßwellen in Neutralgasen, wo das Dichteverhältnis unter $f+1$ bleibt (f = Zahl der Molekelfreiheitsgrade).

Bei festgehaltener Ionentemperatur ergibt sich in Abhängigkeit von der Elektronentemperatur ein gegenläufiges Verhalten der höchstmöglichen Ladungstrennung bei Ionen- und Elektronenschall, das sich in beiden Fällen aus der mit T_e steigenden Elektronendiffusion erklärt. Die bei $T_e <$ etwa 10^6 °K möglichen großen Elektronendichteschwankungen erfolgen aber praktisch mit der Plasmafrequenz ω_p, und es bleibt damit die bekannte Schwierigkeit, wie es zu verstehen ist, daß elektromagnetische Wellen dieser Frequenz das Plasma verlassen können, da die Dispersionstheorie für $\omega < \omega_p$ Undurchlässigkeit des Plasmas liefert. Genauere Einsicht könnte hier erst die Durchrechnung mehrdimensionaler Bewegungen vermitteln. Für die Ionenschallwellen besteht die eben genannte Schwierigkeit in vergrößertem Maße, denn die stärksten Raumladungsschwankungen erfolgen hier mit Frequenzen in der Umgebung der Ionenplasmafrequenz, die um den Faktor $\sqrt{\frac{m_e}{m_i}}$ unter ω_p liegt (m_i = Ionenmasse). Ein Ausweg läge nur in der Anharmonizität der Bewegungen, die einen Anteil spektral höher liegender Frequenzen liefert. Im Hinblick auf die nicht im thermischen Gleichgewicht befindlichen äußeren Sternhüllen liegt es nahe, eine Verknüpfung der Radioemission mit dem Ionenschall anzunehmen; insbesondere verdienen die als Relaxationserscheinung deutbaren aperiodischen Verdichtungsimpulse Beachtung, deren Geschwindigkeit zwischen $\sqrt{\frac{5\,k\,(T_i + T_e)}{3\,m_i}}$ und $2\sqrt{\frac{5\,k\,T_e}{3\,m_i}}$ liegt (k = BOLTZMANN-Konstante).

Institut für Theoretische Physik der Technischen Hochschule Hannover. R. W. LARENZ.

Eingegangen am 17. August 1954.

*) Eine ausführliche Darstellung der Rechnung erfolgt an anderer Stelle.

1) SCHLÜTER, A.: Z. Naturforsch. 5a, 72 (1950).
2) LARENZ, R. W.: Physik. Verh. 4, H. 2, 30 (1953).
3) Siehe auch LARENZ, R. W.: Naturwiss. 40, 527 (1953).

Über eine Präzisionsbestimmung der Gitterkonstanten von Silber nach dem Rückstrahlverfahren.

Die Bestimmung der Gitterkonstanten des Silbers, das bei röntgenographischen Aufnahmen als Eichpulver verwendet wurde, diente zur Überprüfung einer am Thermostaten betriebenen Rückstrahlkamera[1]). Es wurde gefilterte CoK_α-Strahlung verwendet, und die hiermit auf ebenem Film unter Glanzwinkeln von 78° und 73° erzielten (420)- und (331)-Interferenzringe wurden ausgewertet. Die meisten Aufnahmen wurden mit einfacher Blende (⌀ = 0,5 mm) derart gemacht, daß auf das unter größtem Glanzwinkel erscheinende Interferenzlinienpaar fokussiert wurde. Hierdurch und nach geeigneter Wärmebehandlung des Silberpulvers wurden scharfe, gut ausmeßbare Linien erreicht. Das Vermessen der Aufnahmen (doppelseitig begossener Agfa-Laue-Film) erfolgte entweder an zehn verschieden gelegten Ringdurchmessern oder je zweimal an fünf Durchmessern jeder Aufnahme mit einem Komparator von $^1/_{100}$ mm Ablesegenauigkeit.

Die Auswertung geschah unter Verwendung von zwei Linien gleicher Wellenlänge und desselben Präparat-Film-Abstandes (bis zu 60 mm), aber verschiedener Indizierung, wie sie WEVER und MÖLLER[2]) beschrieben haben. Unter Zugrundelegung der von ERIKSON[3]) angegebenen Wellenlänge von CoK_{α_1} = 1,785287 Å ohne Berücksichtigung der Wellenlängenfehler (relativer Fehler höchstens $5 \cdot 10^{-6}$) folgte als Mittelwert aus den α_1-Linien für die Gitterkonstante von Silber bei 20° C a = 4,077 24 Å mit einem mittleren quadratischen Fehler (unter Verwendung von 19 Werten) von 0,000 04 Å, während der Mittelwert der berechneten Fehler der Einzelmessungen 0,000 19 Å betrug.

Die intensitätsschwächeren α_2-Linien zeigten durch die Überlagerung im Liniendublett mit den wegen ihrer größeren Intensität keine bemerkbare Verschiebung erfahrenden α_1-Linien beim Vermessen der Filme eine systematische Abweichung nach größeren Parameterwerten zu. Die hiermit erzielten Werte waren a = 4,077 53 Å mit 0,000 05 Å als mittlerem quadratischem Fehler und einem Fehlermittelwert der Einzelmessungen von 0,000 21 Å. — Die Mittelwerte der Abweichungen der Einzelergebnisse vom arithmetischen Mittel (mittlere lineare Fehler) errechneten sich zu 0,000 15 Å bzw. 0,000 16 Å.

Die nach der asymmetrischen Methode von STRAUMANIS[4]) für Silber bei 25° C ermittelte Gitterkonstante a = 4,077 84 Å ± 0,000 03 Å stimmt mit obigem (α_1-)Wert unter Verwendung des Ausdehnungskoeffizienten von Silber ($19{,}7 \cdot 10^{-6}$ grad^{-1}) und nach Abzug der symmetrischen Brechungskorrektur (für die hier benutzten Ordnungen 0,000 20 Å) mit a = 4,077 24 Å ± 0,000 03 Å überraschend gut überein. Dennoch sind die nach der asymmetrischen Methode bestimmten Gitterparameter zuverlässiger als die nach dem Rückstrahlverfahren ermittelten, weil dort die Übereinstimmung der Einzelwerte viel besser als hier ist und die angegebenen Fehler mittlere lineare Fehler sind.

Institut für Experimentelle Physik der Universität Halle. GERHARD BECHERER und RUDOLF IFLAND.

Eingegangen am 4. September 1954.

1) BRÜMMER, O.: Diplomarbeit Halle 1951.
2) WEVER, F., u. H. MÖLLER: Mitt. Kaiser-Wilhelm-Inst. Eisenforsch. 15 (1933), Lfg. 6, Abh. 224.
3) ERIKSON, S.: Z. Physik 48, 360 (1928).
4) STRAUMANIS, M., u. A. IEVENS: Die Präzisionsbestimmung von Gitterkonstanten nach der asymmetrischen Methode. Berlin 1940.

Bestimmung der Polarisationskorrektion bei der Bremsung schneller Elektronen von 3 bis 15 MeV.

Die nach der BETHE-BLOCH-Formel berechneten Werte des Elektronen-Bremsvermögens von festen und flüssigen Stoffen sind für Energien oberhalb etwa 1 MeV um einen durch den Einfluß der Nachbaratome bedingten, zuerst von FERMI[1]) angegebenen Betrag zu verringern. Bei Gasen wird dieser „Polarisationseffekt" oder „Dichteeffekt" erst oberhalb 100 MeV merklich. Dieser Umstand läßt sich zu einer experimentellen Bestimmung der Polarisationskorrektion in folgender Weise benützen: Für homogene Elektronenstrahlen wird die Fluoreszenzlichtintensität von Leuchtstoffen im Verhältnis zu der Ionisationswirkung in Luft gemessen und in Abhängigkeit von der Energie der Elektronen aufgetragen.

Als Strahlungsquelle diente eine 15 MeV Siemens-Elektronenschleuder[2]). Es wurde eine flache, mit Luft gefüllte Ionisationskammer von 8 mm Durchmesser und 3 mm Tiefe verwendet; die Wände und die mittlere Elektrode bestanden

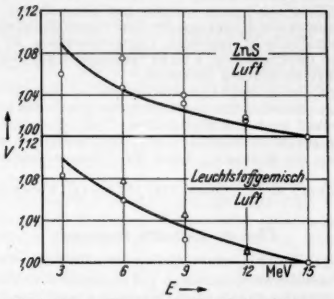


Fig. 1. Verhältnis V aus Fluoreszenzlichtintensität von einem luftäquivalenten Leuchtstoffgemisch bzw. von Zinksulfid und der Luftionisation als Funktion der Elektronenenergie, wobei $V = 1$ für 15 MeV gesetzt wurde. ——— Theoretische Kurve; ◇ Meßergebnisse in Luft, Anordnung A; △ Meßergebnisse in Wasser, Anordnung A; ○ Meßergebnisse in Luft, Anordnung B.

aus graphitiertem Papier (Gesamtdicke etwa 0,1 mm). Die Leuchtstoffschichten aus ZnS bzw. aus einer luftäquivalenten Mischung[3]) von Anthrazen und 2-Chloranthrazen waren 0,2 bis 0,8 mm dick; es wurde auf die Schichtdicke Null extrapoliert. Die Intensität des Fluoreszenzlichtes wurde mit Hilfe eines Sekundärelektronenvervielfachers gemessen. Wegen der CERENKOV-Strahlung konnte die Fortleitung des Lichtes vom Leuchtstoff zur Photokathode nicht in der üblichen Weise mit einem Plexiglasstab vorgenommen werden. Bei der Anordnung A bestand der Lichtleiter aus einem dünnwandigen, innen mit Silber bedampften Aluminiumrohr von 6 mm Durchmesser, das am einen Ende gebogen war. Um einen etwa störenden Einfluß der Rückstreuung der Elektronen an der Aluminiumwand auszuschalten, wurde bei der Anordnung B die Leuchtstoffschicht mit Hilfe einer außerhalb des Elektronenstrahlenbündels befindlichen Plexiglaslinse auf die Photokathode abgebildet, was aber eine wesentliche Verringerung der Lichtstärke zur Folge hat.

Die mit den Anordnungen A und B erhaltenen Verhältniswerte der Fluoreszenzlichtintensitäten, bezogen auf Luftionisation, sind in Fig. 1 als Vierecke und als Kreise eingezeichnet; der Leuchtstoff und die Ionisationskammer waren von

Luft umgeben. Zur Kontrolle wurden auch Messungen in Wasser durchgeführt (Dreiecke in Fig. 1) in einer Tiefe, in der das Dosismaximum auftritt[4]). Hierzu wurde eine zylinderförmige Ionisationskammer von 5 mm Durchmesser mit 0 15 mm dicken Wänden aus Vinidur benützt. Es ist kein wesentlicher Unterschied zwischen den Ergebnissen der drei Meßreihen vorhanden; die Verhältniswerte nehmen stets zu mit abnehmender Energie der Elektronen. Die theoretische Kurve, welche nach BETHE-BLOCH unter Berücksichtigung der Polarisationskorrektion nach STERNHEIMER[5]) berechnet wurde, stimmt mit den Meßpunkten der experimentell einwandfreieren Anordnung B (Kreise in Fig. 1) bei dem Leuchtstoffgemisch Anthrazen—Chloranthrazen gut überein; beim ZnS gilt dies mindestens für den Bereich 15 bis 6 MeV.

Parallelversuche mit einer wäßrigen Lösung von 1/1000 n Eisensulfatlösung[6]), bei der das durch Bestrahlung gebildete dreiwertige Eisen spektralphotometrisch bestimmt wurde, zeigten einen ähnlichen Gang wie das Leuchtstoffgemisch in Fig. 1. Damit sind die früher an anderer Stelle vorgebrachten Bedenken[7]) gegen die Verwendung der Gasionisation als Basis einer universellen Dosiseinheit nun auch experimentell bestätigt.

Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

Röntgeninstitut der Technischen Hochschule Stuttgart.

G. BREITLING und R. GLOCKER.

Eingegangen am 31. Juli 1954.

[1]) FERMI, E.: Physic. Rev. **57**, 445 (1940). — HALPERN, O., u. H. HALL: Physic. Rev. **57**, 459 (1940); **73**, 477 (1948). — WICK, G. C.: Nuovo Cimento **1**, 302 (1943). — STERNHEIMER, R. M.: Physic. Rev. **88**, 851 (1952).

[2]) Herrn Professor Dr. J. BECKER sind wir für die Erlaubnis zur Benützung der Elektronenschleuder des CZERNY-Krankenhauses in Heidelberg und für die ständige Unterstützung zu großem Danke verpflichtet. Herrn Dipl.-Phys. C. B. VON DER DECKEN danken wir herzlich für seine Hilfe bei den Messungen.

[3]) BREITLING, G., u. R. GLOCKER: Naturwiss. **39**, 84, 400 (1952). Z. Naturforsch. **8a**, 629 (1953). — BREITLING, G.: Z. angew. Physik **4**, 402 (1952).

[4]) Die durch die Bremsung des Elektronenstrahlbündels in der Wasservorschaltschicht bedingte Energieabnahme ist beim Einzeichnen der Punkte in Fig. 1 nicht berücksichtigt; dies würde eine leichte Linksverschiebung bedeuten.

[5]) Herrn Dr. R. STERNHEIMER haben wir für die Berechnung der Polarisationskorrektion des Leuchtstoffgemisches zu danken.

[6]) Hierüber wird von Herrn Dipl.-Chem. S. RÖSINGER an anderer Stelle berichtet werden. Die Verdünnung ist so groß, daß praktisch nur die Bremsung durch die Wassermolekeln eine Rolle spielt.

[7]) GLOCKER, R.: Z. Physik **136**, 367 (1953), insbesondere Fig. 2.

Über die elastische Hysterese.

Gegenstand der Untersuchung ist die sog. statische elastische Hysterese an gedehnten polykristallinen Metallstäben, d.h. der Zusammenhang von Dehnung ε und Spannung σ bei Entlastung und Wiederbelastung eines plastisch verformten Metallstabes bei hinreichend kleiner Verformungsgeschwindigkeit. Im besonderen wurden folgende Fragen experimentell behandelt: 1. Abhängigkeit der Hystereseflächе F von der oberen Umkehrspannung σ_{ob} bei festgehaltener unterer Umkehrspannung σ_{un}. σ_{un} war bei allen Versuchen $= 0$; 2. von der thermischen Vorbehandlung der Probe; 3. ihre Änderung durch Temperung der Probe; 4. ihre Änderung durch mehrfaches Durchlaufen der Schleife.

Zu 1. Es sind zwei Fälle zu unterscheiden (Fig. 1): a) σ_{ob} wird variiert bei konstanter plastischer Dehnung ε_{pl}. Es ergibt sich in Übereinstimmung mit BERLINER[1]) $F = C \cdot \sigma_{ob}^2$. b) Es wird mit σ_{ob} die plastische Dehnung geändert, d.h. σ_{ob} soll auf der plastischen Dehnungskurve $\varepsilon_{pl} = S(\sigma_{max})$ liegen, d.h. $\sigma_{ob} = \sigma_{max}$. Es ergibt sich ein linearer Zusammenhang zwischen F und σ_{max}: $F = A + B\sigma_{max}$ (Fig. 2).

Zu 2. Bei demselben Material hängen die Konstanten A und B von der thermischen Vorbehandlung ab, und zwar so, daß die bei verschiedenen Glühtemperaturen erhaltenen verschiedenen Geraden durch einen gemeinsamen Schnittpunkt bei einer charakteristischen Spannung σ_k gehen. $-\frac{A}{B} = \sigma_0$ hat die Bedeutung einer Streckgrenze, unterhalb derer keine elastische Hysterese auftritt. σ_k hat die Bedeutung einer maximal durch Kaltverformung erreichbaren Verfestigung. Bei Fe und Messing liegt die Bruchfestigkeit unterhalb σ_k; bei Ni und Dural liegt sie aber oberhalb σ_k. Es wird vermutet, daß bei letzteren Metallen der Verlauf der Spannungs-Dehnungskurve außer durch eine Verfestigung durch Kaltverformung noch durch einen weiteren spannungserhöhenden Faktor bestimmt wird. Bezüglich der Gestalt der Hysteresekurve wurde in Übereinstimmung mit HOWARD und SMITH[2]) festgestellt, daß bei beginnender Ent- und Belastung (A und B in Fig. 1) die Tangente an die Hysteresekurve parallel der Spannungs-Dehnungsgeraden im rein elastischen Bereich ist, d.h. sie ist durch den E-Modul des unverformten Materials E_0 bestimmt. Für den „mittleren" E-Modul, der durch die Verbindungsgerade AB definiert ist, läßt sich aus (2) ein mathematischer Ausdruck

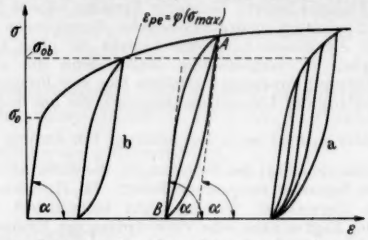


Fig. 1 a u. b. Schematischer Verlauf der Hysteresekurven. a Änderung der Spannungsamplitude bei fester plastischer Dehnung ε_{pl}. b Die obere Umkehrspannung (Punkt A) liegt auf der plastischen Spannungs-Dehnungskurve.

ableiten, durch den die Messungen gut beschrieben werden. Er nimmt mit wachsender Spannung vom Wert E_0 an zunächst ab, durchläuft ein Minimum, um bei hohen Spannungen gegen E_0 zu konvergieren.

Zu 3. Die Hystereseflächе einer plastisch gedehnten Probe nimmt bei Ni nach einer Glühbehandlung oberhalb 200° C rasch ab ohne Erniedrigung der oberen Umkehrspannung; oberhalb 400° C fällt auch diese ab.

Zu 4. Wiederholtes langsames Durchlaufen der Schleife hat dieselbe Wirkung wie eine thermische Behandlung. Die

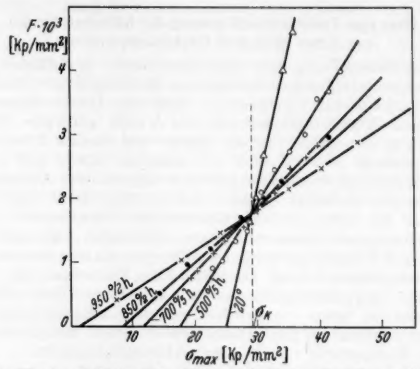


Fig. 2. Hystereseflächе F in Abhängigkeit von der oberen Umkehrspannung σ_{max} für Ni mit verschiedener thermischer Vorbehandlung. Die an die einzelnen Geraden angeschriebenen Parameterwerte bedeuten die Glühtemperatur und die Glühdauer.

Hystereseflächе nimmt mit der Anzahl der Lastwechsel ab und nähert sich einem Grenzwert. Die prozentuale Abnahme ist bei Ni unterhalb σ_k größer als bei Spannungen oberhalb σ_k.

Münster, Physikalisches Institut der Universität.

H. FRINKEN und E. KAPPLER.

Eingegangen am 13. August 1954.

[1]) BERLINER, S.: Ann. Physik **20**, 527 (1906).

[2]) HOWARD, I. V., u. S. L. SMITH: Proc. Roy. Soc. [London], Ser. A **107**, 113 (1925).

Elastische Hysterese und innere Spannungen.

Die in einem plastisch gedehnten Metallstab röntgenographisch ermittelten Eigenspannungen stehen in einem eindeutigen Zusammenhang mit der Fläche der statisch gemessenen elastischen Hystereseschleife, der sich im einzelnen wie folgt zeigt. 1. Ebenso wie die Hystereseflächе verläuft auch die Linienbreite der mit dem DEBYE-SCHERRER-Verfahren erhaltenen Rückstrahllinien, die ein Maß für die inneren Span-

nungen darstellt, linear mit der oberen Umkehrspannung der Hystereseschleife, wenn die obere Umkehrspannung auf der plastischen Dehnungs-Spannungskurve liegt. Man erhält wie bei der Hysteresefläche (vgl. vorhergehende Arbeit) für dasselbe Material bei verschiedener thermischer Vorbehandlung Geraden mit verschiedener Neigung mit einem gemeinsamen Schnittpunkt, der bei derselben Spannung σ_k liegt wie bei der Hysteresefläche (Fig. 1).

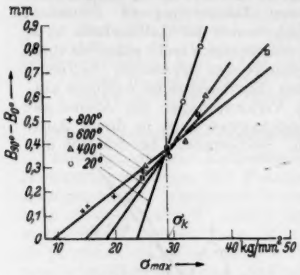


Fig. 1. Linienbreitenunterschied zwischen Einfallswinkel 90° und 0° $B_{90°} - B_{0°}$ der $K\alpha$-Linie in Abhängigkeit von der oberen Umkehrspannung σ_{max} der Hystereseschleife für Ni. (σ_{max} liegt auf der plastischen Spannungs-Dehnungskurve.) Die verschiedenen Geraden gehören zu Proben mit verschiedener thermischer Vorbehandlung (800° C, 600° C, 400° C, 20° C).

2. Die in einem plastisch gedehnten polykristallinen Stab beobachteten Eigenspannungen setzen sich aus homogenen Eigenspannungen II. Art und inhomogenen Spannungen III. Art zusammen[1]). Die beiden Arten von Eigenspannungen unterscheiden sich z. B. in ihrem Erholungsverhalten. Sie lassen sich trennen, indem man Rückstrahlaufnahmen bei verschiedenen Einfallswinkeln β des Röntgenstrahles zur Dehnungsrichtung herstellt. Für diese Abhängigkeit gilt folgendes. Die Linienbreite B beim Winkel β ist $B = B_{\beta'} + (\Delta B/\nu)\,|\nu \sin^2\beta - \cos^2\beta|$. Dabei ist $B_{\beta'}$ der Anteil, der außer durch die Grundlinienbreite noch durch die inhomogenen Spannungen III. Art bedingt ist, während ΔB durch die homogenen Spannungen II. Art bestimmt ist. Bei einem Wert der POISSONschen Konstanten ν von 0,3 wird der Klammerausdruck für $\beta' \sim 60°$ gleich 0. Die dann vorliegende Linienbreite ist also nur durch die Spannungen III. Art bedingt. Es entstand die Frage,

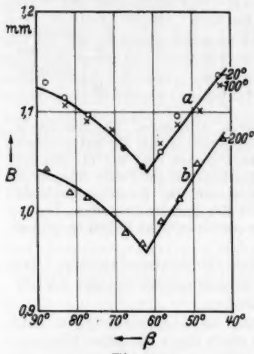


Fig. 2.

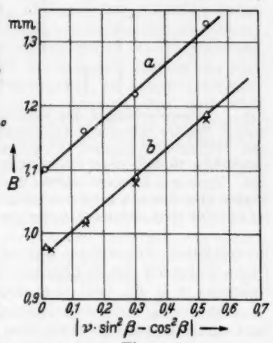


Fig. 3.

Fig. 2. Linienbreite der $K\alpha$-Linie in Abhängigkeit vom Einfallswinkel β des Röntgenstrahls gegen die Dehnungsrichtung nach plastischer Dehnung einer Ni-Probe, a vor und b nach Temperung bei 200° C.

Fig. 3. Linienbreite in Abhängigkeit von $|\nu \sin^2\beta - \cos^2\beta|$ für eine plastisch gedehnte Ni-Probe, a vor und b nach 50maligem Lastwechsel. Die Punkte ×× wurden erhalten, nachdem nach 50 Lastwechseln noch bei 200° C getempert worden war.

mit welcher Sorte von Eigenspannungen die elastische Hysterese verknüpft ist. Die Ergebnisse der Untersuchungen, die zur Beantwortung dieser Frage unternommen wurden, zeigen eindeutig, daß die elastische Hysterese mit den inhomogenen Eigenspannungen III. Art ursächlich verknüpft ist. Wie in der vorhergehenden Veröffentlichung gezeigt ist, bewirkt bei Ni eine Temperung der plastisch gedehnten Probe bei 200° C eine Abnahme der Hysteresefläche. Dasselbe tritt auch nach mehrfachem Durchlaufen der Schleife ein. Fig. 2 zeigt die Linienbreite als Funktion des Einfallswinkels β vor und nach Temperung bei 200° C. Aus der Parallelverschiebung der Kurve folgt, daß nur der inhomogene Anteil $B_{\beta'}$ der Linienbreite durch die thermische Behandlung kleiner wird. Fig. 3 zeigt den Verlauf der Linienbreite in Abhängigkeit von $|\nu \sin^2\beta - \cos^2\beta|$ für eine plastisch gedehnte Ni-Probe vor und nach mehrfachem Durchlaufen der Schleife. Auch hier beweist die Parallelität der zu erwartenden Geraden, daß nur die Spannungen III. Art geändert sind. Die mit ×× eingezeichneten Meßpunkte wurden erhalten, nachdem die Probe nach 50maligem Durchlaufen der Schleife noch bei 200° C getempert worden war. Es erfolgte keine weitere Abnahme der Spannungen III. Art. Mehrfacher Lastwechsel und Temperung bewirken also beide eine Abnahme der inneren Spannungen III. Art. Wir vermuten, daß es sich um Spannungen an den Korngrenzen durch Anhäufung von Versetzungen handelt.

Münster, Physikalisches Institut der Universität.

H. FRINKEN und E. KAPPLER.

Eingegangen am 13. August 1954.

[1]) KAPPLER, E., u. L. REIMER Naturwiss. **40**, 523 (1953). — REIMER, L.: Z. angew. Phys. (im Druck).

Eigenverfestigung der FRANK-READ-Quelle.

Bekanntlich findet die plastische Verformung von Metallen in der Weise statt, daß das Material in Einzelschritten von der Größenordnung der Gitterkonstanten abgleitet, wobei Versetzungslinien durch Gleitebenen laufen. Hierdurch ist es

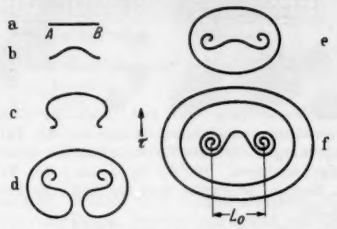


Fig. 1. Eigenverfestigung der FRANK-READ-Quelle.

möglich, daß bereits bei relativ geringen Schubspannungen ein Abgleiten einsetzt. Die Tatsache, daß nicht jede mögliche Gleitebene an der Verformung teilnimmt, sondern nur einzelne Ebenen zwischen 500 und 2000 Gleitschritte ausführen, führen FRANK und READ[1]) auf Versetzungsquellen zurück, die laufend in einer Gleitebene Versetzungsringe bilden. Eine solche „FRANK-READ-Quelle" besteht aus einer Versetzungslinie, die innerhalb eines gewissen Abschnittes in einer Gleitebene liegt, an beiden Endpunkten jedoch festgehalten wird. Unter dem Einfluß einer Schubspannung beult sie sich aus und bildet geschlossene Versetzungsringe, die sich nacheinander abschnüren. Die fixierten Endpunkte einer solchen Quelle können durch Fehlstellen, Fremdatome oder sonstige Gitterunregelmäßigkeiten gebildet werden. Die Versetzungsquelle ist nach FRANK-READ in der Lage, unbeschränkt Versetzungsringe zu erzeugen, ohne daß sich die hierzu erforderliche Schubspannung ändert. Nach dieser Auffassung kann die bei allen Metallen beobachtete Verfestigung ihre Ursache nur außerhalb der Quelle haben, wie z. B. nach MOTT[2]) in der Betätigung anderer Gleitebenenscharen. Diese Erklärung versagt jedoch in allen Fällen, wo nur eine Gleitebenenschar vorhanden ist, wie z. B. bei hexagonalen Metallen.

Diese Schwierigkeiten können jedoch überwunden werden, wenn man die Vorstellung der FRANK-READ-Quelle verfeinert und erweitert. Da die Versetzungslinien über die fixierten Endpunkte der Quelle nicht wandern, d. h. diese nicht abgleiten können, muß die Bildung der Versetzungsringe in einer Weise erfolgen, die in Fig. 1 dargestellt ist. Die Versetzungslinien wickeln sich gewissermaßen um die Fixpunkte herum und bilden ein stark verspanntes Gebiet, in dessen Innerem Spannungen auftreten, welche die Streckgrenze weit übertreffen. Die zur Betätigung der Quelle erforderliche Schubspannung ist allgemein $\tau_0 = G \cdot b/L_0$ (Schubmodul G, BURGERS-Vektor b). Sie nimmt im Verlauf der Verformung zu, da sich mit dem Aufbau der verspannten Gebiete um die Quellpunkte die Versetzungslänge L_0 verringert. Die Verfestigung wird daher durch eine Beziehung der Art

$$\tau = G \cdot b/[L_0 - f(a, t, T)] \qquad (1)$$

wiedergegeben. f stellt hierbei eine geometrische Größe von der Dimension einer Länge dar. Sie hängt von der bereits gebildeten Anzahl von Versetzungsringen, d. h. von der Abgleitung a ab. Wegen der später erwähnten Rekristallisations- und Erholungserscheinungen liegt außerdem eine Abhängigkeit

von der Zeit t und der Temperatur T vor. Dieser thermodynamisch metastabile Zustand kann den stabilen auf zwei verschiedene Arten erreichen, die in Fig. 2 dargestellt sind. Entweder werden die Spannungen durch Diffusion abgebaut, d.h. eine Gleitung der Fixpunkte findet doch, wenn auch erschwert statt (Erholung). Die zweite Möglichkeit geht von der Wirkung der im Zentrum liegenden, wenig verspannten Gitterbereiche als Rekristallisationskeime aus. Welche Art der Entfestigung: Rekristallisation oder Erholung, bevorzugt stattfindet, hängt weitgehend von der Temperatur ab. An

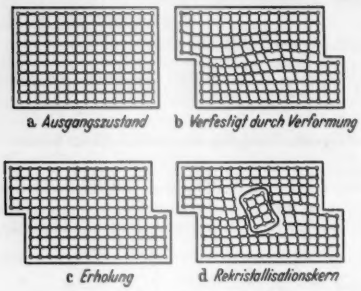


Fig. 2. Erholung und Rekristallisation.

Hand dieser Vorstellung läßt sich auch die Zahl der Rekristallisationskeime abschätzen, wenn wir die Differenz der Aktivierungsenergien für die Rekristallisation bzw. Erholung $U_r - U_e$ zugrundelegen. Ist Z_0 die Anzahl der Versetzungszentren zu Beginn, so ergibt sich die Zahl der Rekristallisationskeime zu

$$R = Z_0/[1 + A \cdot e^{(U_r - U_e)/kT}], \qquad (2)$$

wobei A eine Konstante ist. Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, gibt diese Vorstellung den charakteristischen Anstieg der Keimzahl mit wachsender Temperatur qualitativ gut wieder.

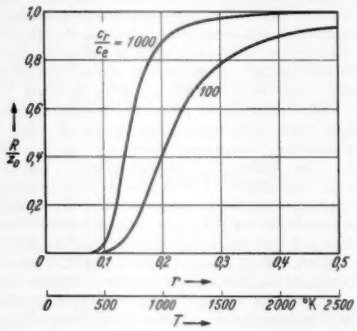


Fig. 3. Anzahl der Rekristallisationskerne als Funktion der Temperatur.

Die weitere Ausgestaltung der Theorie liefert auch vom thermodynamischen Gesichtspunkt Aufschluß über die Verteilung der bei der Deformation aufgewandten mechanischen Energie. Der weitaus größte Anteil an der Verformungsarbeit erscheint bei der Auflösung der Versetzungsringe an den Korn- bzw. Mosaikblockgrenzen als thermische Energie. Die restliche Energie (3 bis 8%) wird bei der Bildung der ungeordneten Gitterbereiche um die Quellpunkte verbraucht (Unordnungsentropie), kann aber als latente Wärme bei der Erholung nachgewiesen werden, wie von QUINNEY und TAYLOR[3]) und WELBER[4]) nachgewiesen wurde.

Humboldt-Universität, Berlin, II. Physikalisches Institut.

FRANZ EDER und P. TÄUBERT.

Eingegangen am 2. August 1954.

[1]) FRANK, F. C., u. W. T. READ: Physic. Rev. **79**, 722 (1950).
[2]) MOTT, N. F.: Philos. Mag. [London] **43**, 1151 (1952).
[3]) TAYLOR, G. I., u. H. QUINNEY: Proc. Roy. Soc. [London], Ser. A **143**, 307 (1943).
[4]) WELBER, B.: J. Appl. Physics **23**, 876 (1952).

Der Aufbau der amorphen Phasen der Halbmetalle.

Wir berichteten vor einiger Zeit an dieser Stelle[1]) über ein photomechanisches Integrationsgerät zur schnellen Berechnung der Atomverteilung in amorphen Substanzen aus der Intensitätsverteilung gestreuter Röntgenstrahlung. Die Schnelligkeit dieser Methode erlaubte es, nach bisher nicht genügend beachteten Fehlerquellen bei der Strukturanalyse amorpher Substanzen zu suchen, deren Ausmerzung zu Strukturmodellen der amorphen Modifikationen der Halbmetalle Antimon, Arsen und Selen führte, die chemisch recht plausibel sind.

Aus der Atomverteilungskurve des explosiven *Antimons* (Fig. 1) ergibt sich, daß die das rhomboedrische Antimon aufbauenden, durch pyramidale Verknüpfungen der Atome gebildeten Doppelschichten bereichsweise auch in dieser Antimonmodifikation vorkommen. Sie bestanden bei den von uns

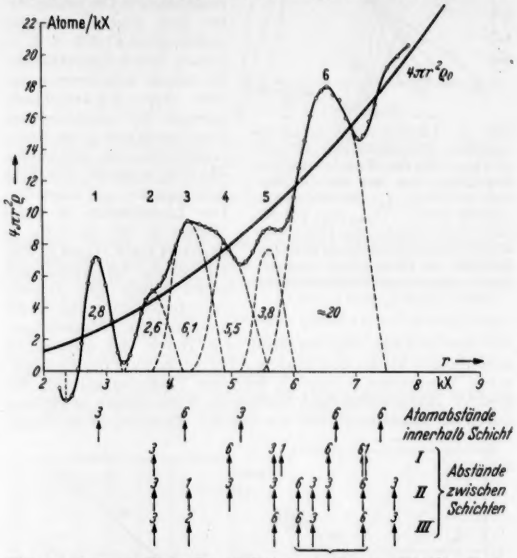


Fig. 1. Atomverteilung des explosiven Antimons. Die für die jeweilige Sphäre gefundene Koordinationszahl ist bei der entsprechenden Teilkurve angegeben. Unter der r-Achse sind die für die drei möglichen Modelle berechneten Atomabstände als Pfeile eingezeichnet. Hinzugeschrieben wurde die berechnete Koordinationszahl. Wegen der Gleichwahrscheinlichkeit der Packungsarten I, II, III ist aus den drei untersten Zeilen das arithmetische Mittel zu bilden.

hergestellten Präparaten aus etwa 50 Antimonatomen. Die freien Valenzen der Randatome sind durch einwertige Fremdliganden (z.B. Cl, OH) abgesättigt.

Für die Übereinanderlagerung der Doppelschichten sind im Gegensatz zum Kristallgitter statt einer alle drei Möglichkeiten mit etwa gleicher Wahrscheinlichkeit realisiert, die dadurch gekennzeichnet sind, daß immer ein tiefliegendes Atom einer oberen Doppelschicht in der Lücke liegt, die von drei oben liegenden Atomen der darunter befindlichen Doppelschicht gebildet werden. So können sich keine Resonanzsysteme zwischen den in p-Zuständen befindlichen Valenzelektronen ausbilden, welche für das Kristallgitter charakteristisch sind und dort die starke Kontraktion der Doppelschichten bedingen[2]). Im explosiven Antimon ist daher der Schichtabstand aufgeweitet. Die Packung ist im wesentlichen eine VAN DER WAALSsche.

Aus den Atomverteilungskurven des β- und γ-*Arsens*[3]) geht hervor, daß ihr Aufbau ähnlich ist. Die Bauelemente sind wie beim Antimon Doppelnetze, deren Packung wieder auf VAN DER WAALSschen Kräften beruht und daher den drei Anordnungsmöglichkeiten der Doppelschichten gleichen Spielraum gibt. Der kürzeste Atomabstand zwischen nächstbenachbarten Doppelschichten wird von 3,15 kX im Kristall aufgeweitet auf etwa 3,75 kX im β- und etwa 3,6 kX im γ-Arsen.

Die Atomverteilungskurve des glasigen *Selens* steht in Übereinstimmung mit dem von uns schon früher entwickelten Bild des Aufbaues aus Se_8- und hochpolymeren Ringen mit etwa 500 Atomen im Mittel[4]). Die Packung der Ringe ist eine lockere VAN DER WAALSsche und anders als im Kristall, wo ein Resonanzsystem zwischen p-Valenzelektronen eine steinsalzartige Anordnung nach sich zieht[2]). Der kürzeste Abstand

nächstbenachbarter Ringe ist daher aufgeweitet von 3,46 kX im Kristall auf 3,76 kX in der glasigen Modifikation.

Chemisches Institut der Universität Bonn.

HEINZ KREBS und FRITZ SCHULTZE-GEBHARDT.

Eingegangen am 11. August 1954.

[1]) KREBS, H., R. THEES u. W. MEYER-EPPLER: Naturwiss. **40**, 389 (1953). — KREBS, H., u. R. THEES: Z. Elektrochem. **57**, 741 (1953).
[2]) KREBS, H.: Naturwiss. **40**, 525 (1953). — Angew. Chem. **64**, 613 (1952); **65**, 261 (1953). — KREBS, H., u. W. SCHOTTKY in: Halbleiterprobleme, S. 25. Braunschweig: F. Vieweg & Sohn 1954.
[3]) STÖHR, H.: Z. anorg. Chem. **242**, 138 (1939).
[4]) KREBS, H.: Z. anorg. Chem. **265**, 156 (1951).

Zum Mechanismus des chemischen und anodischen Polierens.

Das gemeinsame Kennzeichen des anodischen und des chemischen Polierens von Metallen in geeigneten Elektrolytlösungen besteht bekanntlich in einem nicht kristallographisch, sondern „geometrisch" gesteuerten, bevorzugten Abbau der metallischen „Spitzen" von Mikrorauheiten. Während man als primäre Ursache hierfür früher[1]) an eine größere Diffusionsgeschwindigkeit über den „Spitzen", verglichen mit der über „Tälern", dachte, gewann später die Vorstellung an Bedeutung[2]), daß eine feste Deckschicht (z. B. Oxydschicht) mit merklich hohem Widerstand maßgebend sei. Die Anzeichen für das Vorhandensein einer solchen Deckschicht sah man in einem relativ hohen, differentiellen Polarisationswiderstand dU/di, in der Nichtbenetzbarkeit einer polierten Fläche mit Hg[3]) sowie im Auftreten gewisser Lumineszenzerscheinungen[4]), und zwar alles schon während des Poliervorganges selbst. Auch manche nach dem Entfernen der polierten Fläche aus dem Polierbad gewonnenen Befunde[5]) führten zu dieser Vorstellung.

Wenn auch diese Ansichten für Systeme unter den üblichen anodischen Polierbedingungen (relativ hohe Polarisationsspannung) aufrecht erhalten werden können, scheint doch für eine allgemeinere Deutung eine Modifikation notwendig zu werden. Untersucht man nämlich die gesamte Polarisations-Gesamtstrom-Kurve, einschließlich der zugehörigen Überspannungs-Teilstromdichte-Kurven an geeigneten Systemen (z. B. Zn/CrO_3, H_2SO_4; Zn/CrO_3, HCl; Cd/CrO_3, H_2SO_4), nicht nur bei den üblichen höheren anodischen Gesamtstromdichten, sondern auch im Gebiet verschwindenden Gesamtstromes (chemisches Polieren), also auch bei geringen anodischen und sogar kathodischen Gesamtstromdichten, so erhält man hier nur einen verhältnismäßig geringen differentiellen und integralen Polarisationswiderstand. Während des chemischen Polierens dürfte hier also keine feste Deckschicht von ähnlicher Dicke wie während der oben erwähnten normalen anodischen Polierversuche vorhanden und maßgebend sein.

In gleiche Richtung weist auch die Beobachtung, daß chemisch reines Zink in reiner Salpetersäure ($d = 1{,}4$) einwandfrei chemisch poliert und während dieses Polierens von einem aufgebrachten Tropfen Quecksilber leicht benetzt wird.

Demzufolge neigen wir zu der Auffassung[6]), daß die gemeinsame, primäre Ursache sowohl des chemischen als auch des normalen anodischen Polierens, d. h. der geometrischen Steuerung des Metallionen-Teilstromes, ähnlich wie in der ursprünglichen Theorie, in der größeren Diffusionsgeschwindigkeit, bei ungestörter Diffusionsschicht mit hohem Konzentrationsgradienten, über den „Spitzen" der Mikrorauheiten zu suchen ist. Ungeachtet dessen dürfte in anderen, wenn auch nicht in allen Fällen, vor allem beim anodischen Polieren, eine feste Deckschicht relativ hohen Widerstandes vorhanden sein; bedingt durch primäre Unterschiede der Diffusionsgeschwindigkeit wird diese Schicht über den „Spitzen" eine geringere, über den „Tälern" eine größere Dicke besitzen, also sekundär die gewünschte geometrische Steuerung des Metallabbaues eintreten.

Nähere Einzelheiten werden an anderer Stelle und in der Dissertation des einen von uns (H. BRÜNNER) mitgeteilt werden.

Institut für Physikalische Chemie der Universität Erlangen.

H. BRÜNNER und E. LANGE.

Eingegangen am 17. September 1954.

[1]) JAQUET, A.: Trans. Electrochem. Soc. **69**, 629 (1936). — ELMORE, W. C.: J. Appl. Physics **10**, 729 (1939); **11**, 797 (1940).
[2]) HOAR, T. P.: CITCE Comptes Rendus 1951, S. 150. — HUBER, K., u. H. FLÜCKIGER: CITCE Comptes Rendus 1951, S. 123. — PIONTELLI, R., u. G. BIANCHI: CITCE Comptes Rendus 1951, S. 161.
[3]) HOAR, T. P.: a. a. O., S. 151.
[4]) KRIEG, M., u. E. LANGE: Naturwiss. **39**, 208 (1952).
[5]) Zum Beispiel auch RAETHER, H.: Metalloberfl. **6**, 113 (1952).
[6]) LANGE, E.: Vorgetragen auf der CITCE-Tagung in Poitiers (Frankr.) am 7. 9. 1954.

Dünnschnitte durch Körner photographischer Emulsionen.

Es ist gelungen, mit Hilfe eines von v. BORRIES und HUPPERTZ entwickelten Ultramikrotoms eine photographische Schicht im entwickelten und unentwickelten Zustand so dünn zu schneiden, daß die Körner in Scheiben zerlegt werden und eine direkte elektronenmikroskopische Aufnahme des Schnittes erfolgen kann. Eine solche Aufnahme ist wegen der Streuung der Elektronen an der Gelatine nur möglich, wenn die Dicke des Schnittes wesentlich kleiner als 0,1 μ ist.

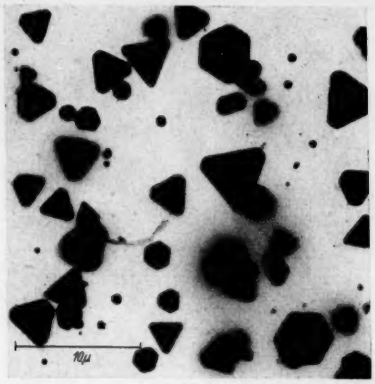


Fig. 1. Körner einer unentwickelten photographischen Emulsion, nicht geschnitten (Präparat KIRCHER, KLEIN). Vergr. 2000fach. L. 496/53 A.

Die Schnitte werden von eingetrockneten Emulsionsschichten (0,5 mm Dicke, Schnitt senkrecht zur Oberfläche) oder von normalen Filmschichten (15 μ Dicke, Schnitt parallel zur Oberfläche) hergestellt.

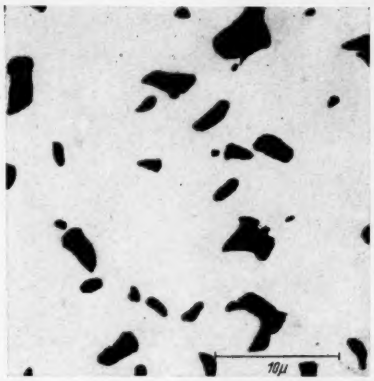


Fig. 2. Dünnschnitt durch die Körner derselben Emulsion wie Fig. 1, im Elektronenmikroskop *kurz* bestrahlt, Schnittdicke etwa 20 bis 30 mμ. Vergr. 2000fach. D. 3906/54.

Fig. 1 zeigt ungeschnittene, *unentwickelte* Körner einer Emulsion. Fig. 2 zeigt eine entsprechende Schnittaufnahme der unentwickelten Schicht. Man erkennt deutlich die verschiedenartigen Schnittflächen, die sich aus der räumlichen Lage der Einzelkörner (scheibenförmige Dreiecke oder Sechsecke) zur Schnittebene ergeben.

Auf die Verteilung der Körner in der Schicht kann man aus der Aufnahme direkte Schlüsse ziehen; die Flächenbedeckung durch Bromsilber im Schnitt ist dem aus dem Gehalt der Emulsion an Bromsilber und Gelatine theoretisch zu erwartenden Wert gleich.

Bestrahlt man den Schnitt der unentwickelten Schicht einige Zeit im Elektronenmikroskop, so schmilzt das Bromsilber zu kleinen Tropfen zusammen (Fig. 3). Unter der Voraussetzung, daß diese Tropfen näherungsweise Kugeln sind, läßt sich die Schnittdicke zu 20 bis 30 mμ berechnen, was dem Kontrast und der Schärfe der elektronenmikroskopischen Aufnahme entspricht.

Die bei der Elektronenbestrahlung teilweise auftretende photolytische Zersetzung zu Silber wurde bei der Rechnung nicht berücksichtigt.

Die ursprüngliche Begrenzung des Kornes bleibt beim Schmelzen des Bromsilbers als dunkler Rand sichtbar; es wird vermutet, daß es sich um den Schnitt durch die *Gelatinehülle* (Silbergelatinat) handelt, die, wie in den Arbeiten von F. A. HAMM und J. J. COMER[1]) nachgewiesen wurde, das Bromsilberkorn umgibt.

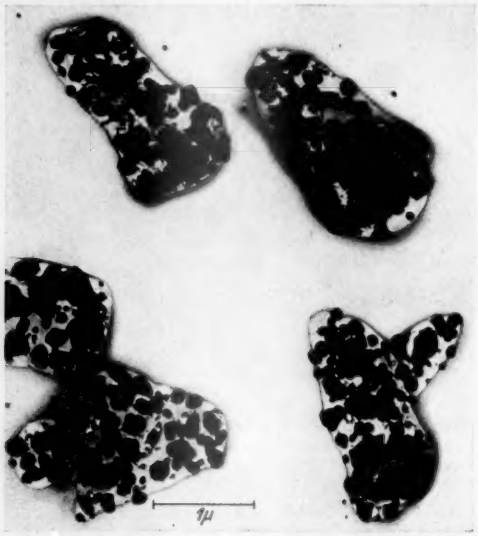


Fig. 3. Dünnschnitt durch die Körner derselben Emulsion wie Fig. 1 im Elektronenmikroskop *lang* bestrahlt. Das Bromsilber des Schnittes ist zu einzelnen Tropfen zusammengeschmolzen. Vergr. 16000fach. D. 3902/54.

Ein Schnitt durch eine entwickelte Schicht ist in Fig. 4 gezeigt. Das Korn wird durch die hier verwendeten Entwickler in seiner Form stark verändert.

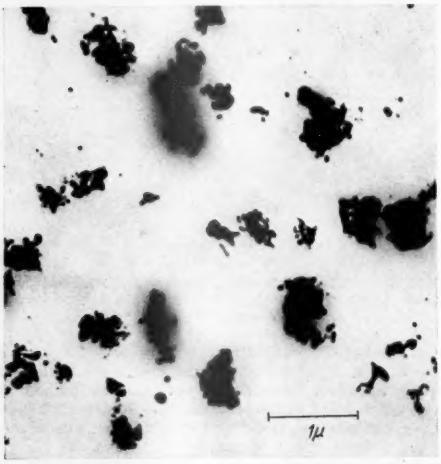


Fig. 4. Dünnschnitt durch entwickelte Körner der photographischen Schicht. Vergr. 14500fach. D. 4309/54.

Die Dünnschnittmethode ist besonders gut zum Studium von Einzelvorgängen im photographischen Korn bei der Belichtung und Entwicklung geeignet.

Wissenschaftlich-Photographisches Labor der Agfa Aktiengesellschaft für Photofabrikation, Leverkusen, Bayerwerk, und Rheinisch-Westfälisches Institut für Übermikroskopie, Düsseldorf.

H. FRIESER, I. JOHANN und E. KLEIN.

Eingegangen am 5. August 1954.

[1]) HAMM, F. A., u. J. J. COMER: J. Appl. Physics **24**, No. 12 (1953).

Über röntgenographische Untersuchungen während des Abbindens von Gips.

Die Vorgänge bei der Erhärtung von Bindemitteln sind noch nicht vollständig geklärt. Außer Kapillar-, Kohäsions- und Adhäsionskräften ist besonders bei hydraulischen Bindemitteln die Bildung von irreversiblen Gelen von Wichtigkeit. Für den Abbindevorgang bei Gips, der über die Umkristallisation von Kalziumsulfat-Hemihydrat ($CaSO_4 \cdot {}^1/_2\, H_2O$) in Gips ($CaSO_4 \cdot 2\, H_2O$) vor sich geht, wird in der Literatur[1]) zum Teil ein Gelzustand während des Abbindens gefordert. Eine röntgenographische Teilchengrößen- und Teilchenformbestimmung ergab zunächst, daß weder beim Hemihydrat noch beim Dihydrat eine Plättchenstruktur der Kristallite vorliegt. Eine solche ist wegen der sehr guten Spaltbarkeit von Gips in der Richtung der (010)-Ebenen zu vermuten. Die Abmessung der Teilchen senkrecht zu diesen Ebenen beträgt jedoch mehr als 10^{-5} cm.

Zur Klärung des Gelzustandes während des Abbindevorganges wurden DEBYE-SCHERRER-Aufnahmen von verschieden weit erhärteten Gipsproben hergestellt. Um den Abbindevorgang in den Proben für die Dauer der Röntgenaufnahmen zu unterbrechen, wurden diese durch Abschrecken auf die Temperatur der flüssigen Luft eingefroren und die Aufnahmen in einer Tieftemperaturkamera durchgeführt. Diese Maßnahme ergab ein völliges Unterbrechen des Abbindevorganges. Denn nach dem Auftauen bekamen die Proben ihren ursprünglichen Feuchtigkeitsgehalt und Härtegrad, den sie vor dem Einfrieren besessen hatten, wieder, und der Abbindevorgang lief dann in normaler Weise weiter.

Die Aufnahmen sind mit gefilterter Cu-$K\alpha$-Strahlung bei 30 kV und 13 mA und 30 min Belichtungszeit im fokussierenden Verfahren mit Plattenpräparat (Fokussierungswinkel 12 und 9°) hergestellt worden. Sie zeigen in keiner Phase der Umkristallisation kolloidale Dimensionen für die Teilchen vom Hemihydrat oder Dihydrat an. Die „Schichtungs"interferenz (020) des Dihydrats erscheint auch bei den frisch auskristallisierenden Dihydratkristalliten scharf. Da die Intensitäten der Diagramme ebenfalls unverändert bleiben, darf aus diesen Untersuchungen auf keinen Gelzustand während des Abbindens von Gips geschlossen werden.

Einzelheiten sollen an anderer Stelle mitgeteilt werden.

Institut für Experimentelle Physik der Universität Halle.

GERHARD BECHERER und HEINZ FIEDLER.

Eingegangen am 4. September 1954.

[1]) TRAUBE, I.: Kolloid-Z. **25**, 62 (1919). — OSTWALD, WO., u. P. WOLSKI: Kolloid-Z. **27**, 78 (1920). — BUDNIKOFF, P. P.: Kolloid-Z. **42**, 149 (1927). — WEISER, H. B., u. F. B. MORELAND: J. Physic. Chem. **36**, 1 (1932).

Zur Kenntnis der Kristallstruktur von Petalit.

Petalit, $LiAlSi_4O_{10}$, ist eines der wenigen nicht zu seltenen silikatischen Mineralien, deren atomarer Aufbau noch völlig unbekannt ist. GOSSNER und MUSSGNUG[1]) bestimmten eine monokline Elementarzelle mit (umgerechnet auf metr. Å): $a = 11{,}79$ Å; $b = 5{,}14$ Å; $c = 15{,}20$ Å; $\beta = 112°44'$; $Z = 4 \times LiAlSi_4O_{10}$; Raumgruppe $C\,2/c - C_{2h}^6$. TAVORA[2]) fand dieselben Gitterkonstanten, gibt als Raumgruppe aber $P\,2_1/n - C_{2h}^5$ an. In beiden Arbeiten wird der pseudorhombische Charakter der Röntgendiagramme betont.

Im Zuge der Strukturaufklärung dieses Minerals wurde von uns zunächst die Projektion parallel der kürzesten Achse, der b-Achse, zu lösen versucht. Die hol-Reflexe lassen sich auf eine ebene rhombisch-zentrierte Zelle mit $a' = 5{,}87$ Å und $c' = 14{,}05$ Å ($\pm 0{,}5\,\%$) beziehen. Der Zusammenhang zwischen diesen Werten und den Gitterkonstanten nach GOSSNER und MUSSGNUG ist innerhalb der Fehlergrenzen $a' = a/2$ und $c' = c \cdot \sin\beta$ (Fig. 1). Aus WEISSENBERG-Aufnahmen (Cu-Strahlung) und Precession-Aufnahmen (Mo-Strahlung) wurden die Intensitäten nach der im Institut von Prof. BUERGER (M.I.T., USA.) üblichen Modifikation der DAWTON-Methode bestimmt. Die Verteilung der Intensitäten entspricht durchaus rhombischer Symmetrie.

Aus der entsprechenden PATTERSON-Projektion konnten die Positionen von Si bzw. Al ermittelt werden. Damit wurde eine vorläufige FOURIER-Projektion gerechnet, welche die ungefähre Lage einiger Sauerstoffe erkennen ließ. Nach vier schrittweisen Verfeinerungen sank der R-Faktor $\left(R = \frac{\sum ||F_c| - |F_0||}{\sum |F_0|}\right)$ auf 0,22. In Fig. 2 ist die entsprechende Elektronendichteprojektion wiedergegeben, in Fig. 3 die Projektion der Atomschwerpunkte. Man erkennt deutlich die wesentlichen Züge

der Struktur: Si und Al sind offenbar tetraedrisch von Sauerstoff umgeben; es sind Tetraederketten parallel [010] vorhanden, die untereinander verknüpft und durch weitere Tetraeder (mit Schwerpunkt auf 00 bzw. $\frac{1}{2}\frac{1}{2}$) miteinander verbunden sind. Zur Berechnung des R-Faktors wurden folgende Parameter verwendet (für das unterste linke Achtel der Zelle):

	Si bzw. Al		O		
x	0,000	0,355	0,250	0,450	0,155
z	0,000	0,144	0,250	0,130	0,065

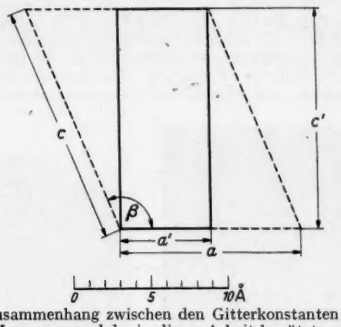


Fig. 1. Zusammenhang zwischen den Gitterkonstanten nach Gossner und Mussgnug und der in dieser Arbeit benützten Pseudozelle.

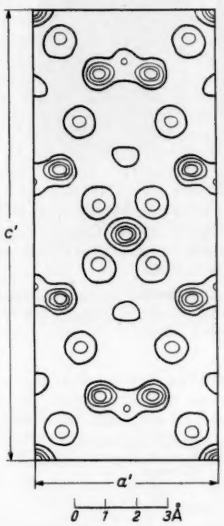


Fig. 2.

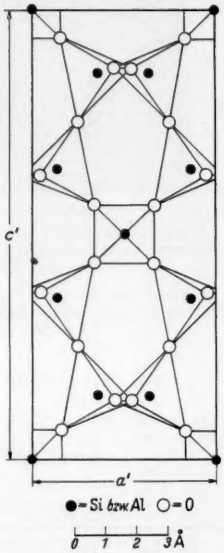


Fig. 3.

Fig. 2. Projektion der Elektronendichte von Petalit auf (010). 0-Linie stärker ausgezogen, Höhenschichtlinien von 100 zu 100 in willkürlichen Einheiten. F_{000} nicht berücksichtigt.

Fig. 3. Projektion der Struktur von Petalit auf (010).

Ungefähre y-Parameter, welche für die $hk0$- und $0kl$-Reflexe in erster Näherung befriedigende Intensitäten liefern, können aus dieser Projektion leicht abgeleitet werden. Zur völligen Ausarbeitung der Struktur wird die Untersuchung mit dreidimensionalen Methoden weiter geführt.

Der experimentelle Teil und ein Teil der Berechnungen wurden von den Verfassern während eines Stipendienaufenthaltes bei Prof. M. J. Buerger am Massachusetts Institute of Technology (USA.) durchgeführt. Ihm und den Stipendienstiftern (American Association of University Women und Fulbright- bzw. Smith Mundt-Grant) sind die Verfasser zu größtem Dank verpflichtet.

Mineralogisch-Kristallographisches Institut der Universität Göttingen. Anna Zemann-Hedlik und J. Zemann.

Eingegangen am 26. August 1954.

[1]) Gossner, B., u. F. Mussgnug: Z. Kristallogr. **74**, 62 (1930).
[2]) Tavora, E.: An. Acad. Brasileira **24**, 175 (1952).

Zum Problem „Farbe und Konstitution anorganischer Verbindungen".

Wir untersuchten die *Lichtabsorption* von Co^{2+} nach isomorphem Einbau in *Spinelle*. Wird in $CoAl_2O_4$ das Al^{3+} sukzessive durch Ga^{3+} ersetzt, so wird das Gitter gedehnt (Gültigkeit der Vegardschen Regel) und die Stärke des auf Co^{2+} wirkenden elektrostatischen Feldes herabgesetzt. Die Folge ist eine Verringerung der Abstände im *Spaltermsystem*[1]) des Co^{2+}, was eine Verschiebung der Lichtabsorption zu längeren Wellen bzw. kleineren Wellenzahlen bewirkt (Absorptionsspektrum Fig. 1). Co^{2+} befindet sich sowohl im

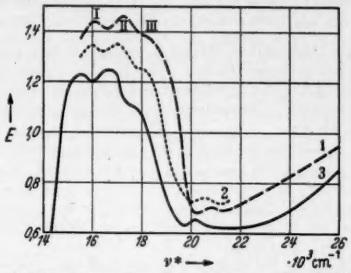


Fig. 1. Extinktionskurven (aus den gemessenen Remissionen). E Extinktion; ν^* Wellenzahl. 1. $CoAl_2O_4$ – – –; 2. $CoAlGaO_4$ ---------; 3. $CoGa_2O_4$ ———.

$CoAl_2O_4$ als auch im $CoGa_2O_4$ in den Tetraederlücken. Hierfür ist ein aus drei nahe beieinander liegenden Banden (I, II, III) bestehendes System zwischen den Wellenzahlen 14000 und 19000 cm^{-1} charakteristisch.

Kobalt(II)-oxyd CoO bildet mit *Indium(III)-oxyd* In_2O_3 *keinen* Spinell, sondern nur *Mischkristalle*. Jedoch kann Co^{2+} bis zu etwa 25 Atom-% das Mg^{2+} in dem tetragonal verzerrten Gitter des $MgIn_2O_4$ ersetzen. $MgIn_2O_4$ ist ein *inverser Spinell* (Mg^{2+} in den Oktaederlücken). Dementsprechend befindet

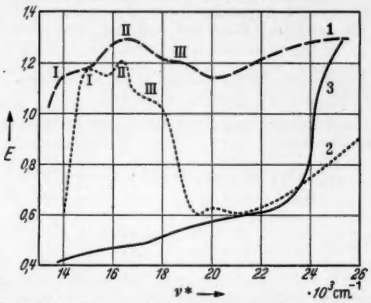


Fig. 2. Extinktionskurven (aus gemessenen Remissionen). E Extinktion; ν^* Wellenzahl. 1. $Co_{0,8}Mg_{1,2}TiO_4$ – – –; 2. $Co_{1,2}Mg_{0,8}SnO_4$ ---------; 3. $Co_{0,1}Mg_{0,9}In_2O_4$ ———.

sich in den Mischphasen $Mg_{1-n}Co_nIn_2O_4$ das Co^{2+} in den *Oktaederlücken*. Das gegenüber der tetraedrischen Koordination veränderte Kraftfeld findet seinen Ausdruck im Absorptionsspektrum (Fig. 2, Kurve 3), das einen ganz anderen Charakter hat. Das für *tetraedrisch* von O^{2-} umgebene Co^{2+} kennzeichnende Bandensystem ist *nicht* vorhanden.

Weiterhin wurde Co^{2+} isomorph in Ti(IV)- und Sn(IV)-Spinelle vom Typ $M^{II}_2M^{IV}O_4$ eingebaut. Hier besteht die Möglichkeit, durch entsprechende Wahl von M^{II} das Co^{2+} einmal in die Tetraeder-, das andere Mal in die Oktaederlücken zu dirigieren. Wird im Mg_2TiO_4 und Mg_2SnO_4 Mg^{2+} durch Co^{2+} sukzessive ersetzt, so tritt dieses zunächst in die *Tetraederlücken*, wie aus den Absorptionsspektren (Fig. 3, Kurven 1, 2) zu ersehen ist. Diese Art der Substitution erfolgt etwa bis zu der Zusammensetzung $Co_{0,4}Mg_{1,6}TiO_4$ bzw. $Co_{0,8}Mg_{1,2}SnO_4$. Bei weiter ansteigendem Co-Gehalt werden auch die *Oktaederlücken* besetzt (beginnende Grünfärbung der zuerst blauen Spinelle), was im Absorptionsspektrum deutlich zum Ausdruck kommt (Fig. 2, Kurven 1, 2). Wird im Zn_2TiO_4 das Zn^{2+} durch Co^{2+} ersetzt, so erfolgt der isomorphe Einbau des Co^{2+} vorwiegend in den *Oktaederlücken*, da Zn^{2+} eine größere Neigung als Co^{2+} hat, sich mit O^{2-} tetraedrisch zu umgeben. Daß aber bereits bei einem Co-Gehalt von 10 Atom-% ($Zn_{1,8}Co_{0,2}TiO_4$)

ein geringfügiger Einbau in die *Tetraederlücken* erfolgt ist, geht einwandfrei aus dem Absorptionsspektrum (Fig. 3, Kurve 3) hervor. Hier ist das für *tetraedrische* Koordination charakteristische Bandensystem (*I, II, III*) bereits angedeutet. Die Absorptionskurve von $Co_{0,8}Mg_{1,2}TiO_4$ (Fig. 2, Kurve 1) läßt sich durch Superposition der Absorptionskurven von $Co_{0,4}Mg_{1,6}TiO_4$ (Fig. 3, Kurve 1) und $Zn_{1,8}Co_{0,2}TiO_4$ (Fig. 3, Kurve 3) ableiten.

Wie uns erst jetzt bekannt wurde, hat F. C. ROMEIJN[2]) im Rahmen einer umfassenden Untersuchung über die physikalischen und kristallographischen Eigenschaften einiger Spinelle unabhängig von uns ebenfalls Co^{2+} in Spinelle vom Typ $M^{II}_2TiO_4$ (M^{II} = Mg, Zn) eingebaut, um die hierbei auftretenden Farbeffekte zu studieren.

Die oben dargelegten Experimentalergebnisse zeigen, daß man durch isomorphen Einbau eines *Kations* in ein passendes *Koordinationsgitter* die *Lichtabsorption* unter Berücksichtigung der Theorie der *Spalttermbildung* weitgehend *willkürlich verschieben* kann.

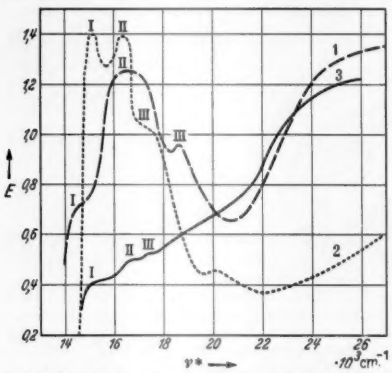


Fig. 3. Extinktionskurven (aus gemessenen Remissionen). *E* Extinktion; ν* Wellenzahl. 1. $Co_{0,4}Mg_{1,6}TiO_4$ — — —; 2. $Co_{0,4}Mg_{1,6}SnO_4$ ---------; 3. $Co_{0,2}Zn_{1,8}TiO_4$ ———.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft haben wir für Unterstützung unserer Arbeit zu danken.

Anorganische Abteilung des Chemischen Instituts der Universität Bonn.

O. SCHMITZ-DUMONT und B. RAEDERSCHEIDT.

Eingegangen am 30. Juli 1954.

[1]) Vgl. die Arbeiten von K. H. HELLWEGE [z. B. die zusammenfassende Mitteilung Gazz. chem. ital. **82**, 468 (1952)] und von H. HARTMANN [z. B. HARTMANN, H., u. H. L. SCHLÄFER: Z. Naturforsch. **6a**, 761 (1951)] und H. HARTMANN (Theorie der chemischen Bindung, S. 226. Berlin: Springer 1954).

[2]) ROMEIJN, F. C.: Diss. Univ. Leiden 1953. — Philips Res. Rep. **8**, 304 (1953).

Separation and Identification of Alkali Metals by Paper Chromatography.

Separation and identification of alkali metals and alkaline earths has been studied by a number of workers[1–4]). ERLENMEYER et al.[3]) have used violuric acid to locate the positions of alkali and alkaline earth acetates after their separation with ethyl alcohol containing acetic acid as solvent. Thioviolurie acid has also been introduced as a more sensitive reagent than violuric acid[4]). Similarly CHAKRABARTI and BURMA[5]) have studied the R_f values of alkali metals using absolute alcohol, ethyl alcohol—water, and acetone—water as solvents. More recently, STEEL[6]) has separated the alkali metals using phenol equilibrated with 20% (V/V) HCl as solvent and sodium cobalti nitrite as spray reagent.

The behaviour of metallic ions with respect to different solvents is being studied in this laboratory. In the present investigation the alkali metals (including ammonium) have been separated using mixtures of different alcohols and alcohol-ketones as solvents, on strips of paper in the manner suggested by WILLIAMS and KIRBY[7]), as well as on circular discs, following the RUTTER's[8]) technique, as modified by GIRI and RAO[9]). Only those mixtures which were most suitable for separation have been reported. Mixture of indophenol dye and silver nitrate has been used to locate the positions of the alkali chlorides.

Materials and Reagents. Whatman filter paper No. 1 strips (27 cms × 15 cms) and discs (24 cms diameter). *Solvents.* Mixtures of methyl ethyl ketone and methanol (2:3), acetone and methanol (2:3), ethanol and methanol (1:1), butanol and methanol (3:7) and pentanol and methanol (3:7) were separately used. *Spray reagent.* 2,-6, dichlorophenolindophenol (0·2 gm) in ethyl alcohol (100 c.c.), to which silver nitrate (3 gms) was added and filtered. The spray reagent was prepared before use.

Methods and Results. An ascending strip chromatogram containing 3 μl of 1% aqueous solutions of potassium chloride, sodium chloride, ammonium chloride and lithium chloride was prepared in a cylinder (height 30 cms, diameter 11 cms) in the usual manner and after airdrying, it was treated with the

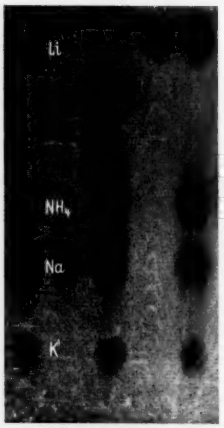


Fig. 1.

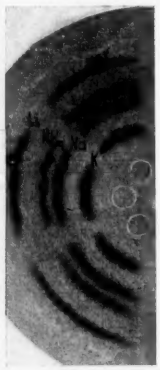


Fig. 2.

Fig. 1. An ascending strip chromatogram showing the separation of chlorides of potassium, sodium, ammonium and lithium. Solvent: Pentanol:Methanol (3:7).

Fig. 2. Half of a circular paper chromatogram showing the separation of chlorides, of potassium, sodium, ammonium and lithium. Solvent: Ethanol:Methanol (1:1).

spray reagent. The chlorides developed pink spots against pale blue background. The spots turned intense brown against delicate brown background on exposure to sunlight. The R_f values of the salts were measured and are given in Table No. 1. A typical chromatogram is shown in fig. 1.

Table 1. R_f *values.*

Chlorides	M. E. Ketone: Methanol (2:3)		Acetone: Methanol (2:3)		Ethanol: Methanol (1:1)		Butanol: Methanol (3:7)		Pentanol: Methanol (3:7)	
	Asc.	Circ.	Asc.	Circ.	Asc.	Circ.	Asc.	Circ.	Asc.	Circ.
K	0·14	0·40	0·15	0·42	0·08	0·27	0·11	0·31	0·09	0·30
Na	0·30	0·55	0·25	0·58	0·23	0·47	0·26	0·48	0·25	0·46
NH_4	0·33	0·60	0·28	0·63	0·32	0·59	0·34	0·57	0·33	0·53
Li	0·62	0·78	0·50	0·78	0·65	0·82	0·62	0·78	0·63	0·74

Asc = Ascending; Circ. = Circular.

A circular paper chromatogram (24 cms diameter) was developed in a circular trough (26 cms diameter) in the manner suggested by GIRI and RAO (loc. cit.). After spraying, the R_f values were measured. The photographic representation is given in fig. 2.

Table 1 records the R_f values of potassium, sodium, ammonium and lithium-chlorides using different solvents.

There is a clear separation between the alkali metal chlorides, using the above mentioned solvents; but a better separation between sodium and ammonium can be obtained by using alcohol mixtures only.

The work on the separation and identification of the alkaline earth metals is in progress and will be published in due course.

Department of Chemistry, Ahmednagar College, Ahmednagar, Deccan. India.

T. BARNABAS, M. G. BADVE and J. BARNABAS.

Eingegangen am 20. August 1954.

[1]) BURSTALL, F. H., G. R. DAVIES, R. P. LINSTEAD and R. A. WELLS: J. Chem. Soc. **1950**, 516.
[2]) SAKAGUCHI, T., and H. YASUDA: J. Pharmac. Soc. Japan **71**, 1469 (1951).
[3]) ERLENMEYER, H., H. v. HAHN and E. SORKIN: Helv. chim. Acta **34**, 1419 (1951).
[4]) SEILER, H., E. SORKIN and H. ERLENMEYER: Helv. chim. Acta **35**, 120 (1952).
[5]) CHAKRABARTI, S., and D. P. BURMA: Sci. and Cult. **16**, 485 (1951).
[6]) STEEL, A. E.: Nature [London] **173**, 315 (1954).
[7]) WILLIAMS, R. J., and H. KIRBY: Science [Lancaster, Pa.] **107**, 481 (1948).
[8]) RUTTER, L.: Nature [London] **161**, 435 (1948).
[9]) GIRI, K. V., and N. A. N. RAO: J. Indian Inst. Sci. **34**, 95 (1952).

Ein Gerät zur automatischen photometrischen Auswertung von Papierchromatogrammen und Elektropherogrammen.

Die photometrische Auswertung von Papier-Elektropherogrammen und ähnlichem erfolgt im allgemeinen durch Messung der Lichtdurchlässigkeit mit Hilfe photoelektrischer Indikatoren. In einfachster Weise wird zu diesem Zweck der gegebenenfalls transparent gemachte Streifen Stück für Stück über einen schmalen Lichtspalt geführt, die Lichtdurchlässigkeit festgestellt und der Meßwert auf Millimeterpapier aufgetragen. Eine Verbindungslinie der einzelnen Meßpunkte ergibt die Funktion der Schwärzung bzw. der Extinktion in Abhängigkeit vom Ort des Auftretens der absorbierenden Substanz. Zur quantitativen Auswertung derartiger Objekte ist es zweckmäßig, die von den Extinktionskurven umschriebenen Flächen zu planimetrieren.

Die Durchführung einer derartigen Meßreihe an serienmäßig anfallendem Material ist zeitraubend und enthält eine Zahl von subjektiven Fehlermöglichkeiten, die ein automatisch arbeitendes Auswertegerät wünschenswert erscheinen

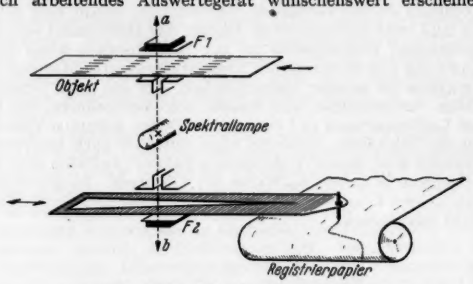


Fig. 1. Meßprinzip des Auswertegerätes.

lassen. Das zu diesem Zweck entwickelte Gerät bedient sich einer Abwandlung des von KEINATH angegebenen sog. SWEEP-BALANCE-Registrierverfahrens und arbeitet folgendermaßen:

Nach Fig. 1 beleuchtet eine Quecksilberspektrallampe zwei symmetrisch zu ihr angeordnete Spaltblenden, die zwei Lichtbündel *a* und *b* abgrenzen. Der Strahl *a* durchsetzt auf seinem Weg das zu photometrierende Objekt und trifft das Photoelement *F* 1, während der Strahl *b* auf das Element F2 gerichtet ist. Vor F2 ist nun eine Blende angebracht, die in Richtung der Pfeile von Motorkraft hin und her bewegt werden kann. Sie ist so ausgebildet, daß, wenn sie von ihrer Ausgangslage über F2 bewegt wird, dem Photostrom eine lineare, logarithmische oder sonstige dem Meßzweck angepaßte Charakteristik verliehen wird. Auf ihrem Weg gelangt diese Blende zu einem Ort, wo Photoelement 1 und 2 den gleichen Strom liefern. Die Ströme der Elemente 1 und 2 werden nun in einer Brückenschaltung verglichen, in bekannter Weise weiter verstärkt und führen, wenn ihre Differenz Null ist, zur Auslösung eines Stromstoßes. Dieser Stromstoß durchfließt einen Elektromagneten, dessen Anker mit der Blende über das Registrierpapier bewegt wird und der an der Kompensationsstelle einen Punkt schreibt. Gleichzeitig wird der Stromstoß dazu benützt, die sog. Vergleichswertblende wieder in ihre Ausgangslage zurückzuführen und die Registrierfläche sowie den zu photometrierenden Streifen um einen bestimmten Betrag weiter zu verschieben. Sobald dies geschehen ist, wird die Blende neuerdings über die Photozelle F2 bewegt, und das Spiel beginnt von neuem. Der Weg, den die Vergleichswertblende von ihrer Ausgangslage, z. B. Extinktion 0, bis zur Auslösung des Kompensationssignales macht, wird schließlich noch mechanisch auf ein Rollenzählwerk übertragen, das die Summe der einzelnen Meßwerte anzeigt. Es erfolgt so in einfachster Weise ein automatisches Planimetrieren der Extinktionskurven gleichzeitig mit ihrer Aufnahme.

Das uns vorliegende Versuchsgerät arbeitet mit einer Genauigkeit von $\pm 1\%$ des Skalenendwertes, wobei die Registriergeschwindigkeit etwa 10 cm pro Minute beträgt. Die Anwendung von Spektrallampen mit den passenden Filtern ermöglicht das Photometrieren mit praktisch monochromatischem Licht. Durch einfaches Auswechseln der Vergleichswertblenden kann die Anzeige in ihrer Charakteristik dem Anwendungszweck weitgehend angepaßt werden. UV-Sperrfilter vor den Photoelementen gestatten außerdem die Auswertung von Fluoreszenzen. Da es sich bei dem angegebenen Verfahren um eine sog. Null-Methode handelt, arbeitet das Gerät unabhängig von Netzspannungsschwankungen, und die Lichtquelle bedarf keiner besonderen Stabilisierungseinrichtungen.

Herrn Professor GRASSMANN haben wir für wertvolle Diskussionen und für die Bereitstellung von Mitteln für das erste Versuchsgerät zu danken. Der Firma Professor Max Edelmann & Sohn sind wir für die Ausarbeitung der mechanischen Konstruktion und den exakten Bau des Photometers zu Dank verpflichtet.

Strahleninstitut (Leiter: Priv.-Doz. Dr. J. RIES) *der I. Universitäts-Frauenklinik München (Direktor: Prof. Dr.* H. EYMER).

H. EBERLE.

Eingegangen am 31. August 1954.

Isolierung von Yohimbin und Serpentin aus Rauwolfia canescens Linn. Raubasin identisch mit Py-Tetrahydroserpentin *).

Aus der Wurzel der Rauwolfia canescens Linn., einer in Indien und Australien wachsenden Apocynacee, wurden bisher zwei Alkaloide isoliert, das Rauwolscin[1]) $C_{21}H_{26}O_3N_2$ Schmp. 231 bis 232°, und in letzter Zeit das Reserpin[2]) $C_{33}H_{40}O_9N_2$ Schmp. 264°. Neben diesen beiden Alkaloiden haben wir zwei weitere Alkaloide isoliert, eine farblose mittelstarke Base, die aus Methanol in Nadeln vom Schmp. 234 bis 236° kristallisierte, und eine intensiv gelb gefärbte starke Base, die, aus Alkohol umkristallisiert, bei 158° (Zers.) schmolz.

Das erste Alkaloid, dessen Elementaranalyse die Bruttoformel $C_{21}H_{26}O_3N_2$ ergab, erwies sich als sehr wahrscheinlich identisch mit Yohimbin. Ber.: C 71,16%; H 7,39%; N 7,90%. Gef.: C 71,24%; H 7,57%; N 7,84%. Die Base, wie auch ihr Hydrochlorid [Schmp. 298° (Zers.)], gaben mit authentischem Yohimbin bzw. dessen Hydrochlorid beim Mischschmelzpunkt keine Depression. Die Identität wurde weiter durch übereinstimmende UV-Spektren der Hydrochloride (Max.: Λ mμ 278 bis 280, log ε 3,88, Schulter: Λ mμ 290, log ε 3,77; Min.: Λ mμ 245, log ε 3,42) und papierchromatographisch durch gleiche R_F-Werte wahrscheinlich gemacht. $[\alpha]_D^{20} = -83°$ (Pyridin).

Das zweite Alkaloid erwies sich als identisch mit Serpentin, das erstmals von S. SIDDIQUI[3]) aus der Rauwolfia serpentina Benth. und in letzter Zeit von M. M. JANOT[4]) aus der Rauwolfia heterophylla Roem. isoliert wurde. Das Alkaloid gab mit dem aus der Rauwolfia serp. isolierten Serpentin Schmp. 158° beim Mischschmelzpunkt keine Depression. Auch die Salze der Base, Nitrat Schmp. 172° (Zers.), Perchlorat Schmp. 261° (Zers.) und Pikrat Schmp. 264° (Zers.) waren mit denen aus authentischem Serpentin identisch. Das UV-Spektrum des Perchlorats (in Methanol) stimmte mit dem von Serpentin-Perchlorat überein: Max: Λ mμ 252, log ε 4,54; Λ mμ 306 bis 308, log ε 4,35; Λ mμ 365 bis 370, log ε 3,68[4]). Auf Papierchromatogrammen hat das Alkaloid die gleichen R_F-Werte wie Serpentin.

Beim Hydrieren der Base bei p_H 10 mit Platinoxyd als Katalysator nach BADER und SCHWARZ[5]) wurde unter Aufnahme von vier Wasserstoff Py-Tetrahydroserpentin Schmp. 256 bis 257° (Zers.) erhalten. Diese Substanz erwies sich als identisch mit dem von uns aus der Rauwolfia serpentina Benth. isolierten Alkaloid Raubasin[6]). Die UV-Spektren beider Substanzen stimmen überein, und beim Mischschmelzpunkt tritt keine Depression ein. Andererseits gelang es, mit Bleitetraacetat das Raubasin in Serpentin zu überführen. Die

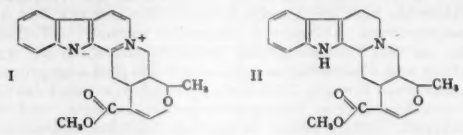
*) 3. Mitteilung über Rauwolfia-Alkaloide.

für Raubasin Schmp. 255° angegebene Bruttoformel $C_{21}H_{22}O_3N_2$ muß auf Grund neuer Analysen auf $C_{21}H_{24}O_3N_2$ berichtigt werden.

Ber.: C 71,57%; H 6,86%; N 7,95%; O 13,62%; $-OCH_3$ 8,80%;

Gef.: C 71,32%; H 7,08%; N 7,80%; O 13,38%; $-OCH_3$ 8,71%.

Das Hydrochlorid, aus Methanol umkristallisiert, schmilzt bei 289°. Das Alkaloid enthält eine Methoxylgruppe, die als Estergruppe vorliegt. Bei der Verseifung mit alkoholischer KOH wurde eine Säure vom Schmp. 252° (Zers.) erhalten, die beim Methylieren mit Diazomethan die Ausgangsbase ergab. Die Selendehydrierung des Raubasins führte zu Alstyrin, Schmp. 113°, das man auch bei der Selendehydrierung von Serpentin[7]) erhält.



Nach neuesten Arbeiten von F. Weisenborn u. Mitarb.[8]) besitzt Serpentin $C_{21}H_{20}O_3N_2$ die Struktur I und ist stereoisomer mit Alstonin. Für Raubasin als Tetrahydroserpentin folgt daraus die Struktur II. Es ist gleichzeitig identisch mit δ-Yohimbin, das nach Goutarel[9]) die gleiche Struktur besitzt und in seinen Eigenschaften mit dem Raubasin übereinstimmt.

Forschungslaboratorien der Firma C. F. Boehringer & Soehne G.m.b.H., Mannheim.

E. Haack, A. Popelak, H. Spingler und F. Kaiser.

Eingegangen am 19. August 1954.

[1]) Chatterjee: J. Indian Chem. Soc. **18**, 33 (1941).
[2]) Klohs, W., M. D. Draper u. Mitarb.: J. Amer. Chem. Soc. **76**, 1381 (1954).
[3]) Siddiqui, S. u. R.: J. Indian Chem. Soc. **8**, 667 (1931).
[4]) Janot, M. M., R. Goutarel u. A. Le Hir: C. R. Ac. d. Sc. [Paris] **238**, 720 (1954).
[5]) Bader, F., u. H. Schwarz: Helv. chim. Acta **35**, 1594 (1952).
[6]) Haack, E., A. Popelak, H. Spingler u. F. Kaiser: Naturwiss. **40**, 342 (1953); **41**, 214 (1954).
[7]) Schlittler, E., u. H. Schwarz: Helv. chim. Acta **33**, 1474 (1950).
[8]) Weisenborn, F., M. Moore u. Mitarb.: Chem. and Ind. **1954**.
[9]) Goutarel, R., u. A. Le Hir: Bull. Soc. Chim. France **1951**, 909.

Über Aminosäuren aus der Blattstreu einiger Pflanzenarten von Wäldern auf verschiedenen Böden.

Die chemische Zusammensetzung der Blattstreu unterliegt starken Schwankungen. Diese sind einerseits von der Artzugehörigkeit der betreffenden Pflanzen[1]), andererseits von den Bodeneigenschaften[2]) abhängig. Auf Grund papierchromatographischer Methoden ist es inzwischen möglich geworden, Aminosäuren qualitativ und quantitativ in Böden nachzuweisen[3]). Es wurde daher untersucht, ob in Parallelität zu den sonstigen Unterschieden in der Zusammensetzung der Blattstreu auch Verschiedenheiten im Gehalt an Aminosäuren vorhanden sind.

Zu diesem Zwecke wurden von Pflanzen einer Reihe von Arten im Dezember 1952 an zwei verschiedenen Standorten bei Bergisch-Gladbach (Rheinland) Blätter bzw. Sprosse eingesammelt. Der eine Standort war von einem kalkliebenden Buchen-Eichen-Hainbuchen-Mischwald (*Querceto-Carpinetum typicum*) bewachsen. Dieser Wald wuchs auf einem Rendzina-Boden über Devonkalk [A_1' 0 bis 25 cm, p_H (H_2O) 6,5, p_H (KCl) 6,4, $CaCO_3$ 19%; A_1'' 25 bis 40 cm, p_H (H_2O) 7,0, p_H (KCl) 6,8, $CaCO_3$ 32%; C ab 40 cm]. Der zweite Standort wurde von einem bodensauren Buchen-Eichen-Hainbuchen-Mischwald (*Querceto-Carpinetum polytrichetosum*) besiedelt, der auf einem aus Lößlehm entstandenen podsoligen braunen Waldboden mit Übergangscharakter zum glei-artigen Boden wuchs [A_0 0 bis 4 cm, p_H (H_2O) 5,1; A_1 4 bis 10 cm, p_H (H_2O) 4,7, p_H (KCl) 4,5; (B) 10 bis 100 cm, p_H (H_2O) 5,1, p_H (KCl) 4,4, (G) ab 100 cm. $CaCO_3$ im gesamten Boden bis 100 cm Tiefe nicht nachweisbar]. [Näheres über die Vegetation und die Böden des Gebietes bei Knapp[4]).] Die Laubproben wurden in einem annähernd temperaturkonstanten Raum (etwa 17°) in feuchtem Zustande bis zum März 1954 in Gläsern aufbewahrt. Während dieser Zeit setzte eine artspezifisch differenzierte, mehr oder weniger intensive Zersetzung bzw. Humifizierung ein. Im März 1954 wurde zu den Proben destilliertes Wasser zugesetzt [Verhältnis des zugesetzten Wassers zur Probe (feucht) etwa 1:3 (Gewicht). Die Proben wurden mehrmals mit dem Wasser durchgeschüttelt. Die Analysen erfolgten in 10 cm³ der abdekantierten Lösung.

In den einzelnen Lösungen ergaben sich überraschend große Unterschiede in den Gehalten an den verschiedenen Aminosäuren. Am wesentlichsten scheint hierbei die Artzugehörigkeit zu sein. Namentlich bei *Fagus silvatica* und *Ilex aquifolium* ergaben sich bei den Proben von Kalk- und Lößlehmböden nahezu gleiche Gehalte. Eine Parallelität zwischen den Aminosäureanteilen und dem Gehalt an die Lösungen dunkel färbenden Verbindungen ergibt sich nicht. Es muß zwar hervorgehoben werden, daß abweichend von den natürlichen Verhältnissen bei der Humifizierung keine Auswaschung von Stoffen durch Niederschläge stattfinden konnte. Trotzdem ist es sehr wahrscheinlich, daß die ganz verschiedenen Verbindungen und Anteile von Aminosäuren, die bei der Laubzersetzung in Lösungen im Boden auftreten können, für die Mikroflora, vielleicht sogar mitunter auch für höhere Pflanzen eine selektive Bedeutung haben. Auffällig sind die teilweise sehr hohen p_H-Werte der Lösungen. Zucker ließen sich in den Lösungen auf papierchromatographischem Wege nicht nachweisen.

Tabelle 1.

Pflanzenart[1])	Fagus silvat.		Ilex aquifol.		Hedera helix		Cp. bt.	Luz. nem.	Des. fle.	Vac. myr.	Cal. vul.
Boden[2])	K	L	K	L	K	L	L	L	L	L	L
Zustand der Proben bei der Einsammlung[3])	L	L	G	G	G	G	L	(G)	(G)	S	S
Farbe der Lösung[4])	—	—	sb	sb	sb	sb	sb	hb	sb	—	—
Lichtdurchlässigkeit der Lösung[5])		34,5	18,6	17,7	15,6	16,7	15,2	26,9	24,4	43,2	28,3
p_H der Lösung	6,9	5,7	7,7	7,7	7,8	7,9	5,5	5,2	6,8	6,1	5,8
Aminosäuren in der Lösung[6])											
Alanin	+	.	.	.	.	s	+	+	s	.	+
Valin	.	.	.	+	.	+	.	.	+?	.	.
Leucin	.	.	.	.	s	+	.	.	.	.	.
Serin	+	+	++	++	++	+	.	++	+++	+++	++++
Cystein	+	+	++	++	+	+	+	+++	+	++	.
Asparaginsäure	.	.	+	+	+	++	+	+++	+	+	++
Glutaminsäure	.	s	s	s	.	s	s	+++	+	.	s
Tryptophan?	s	s	+	+	+++	+++	.	+	+	+	s

[1]) Fagus silvat. = Fagus silvatica, Ilex aquifol. = Ilex aquifolium, Cp. bt. = Carpinus betulus, Luz. nem. = Luzula nemorosa, Des. fle. = Deschampsia flexuosa, Vac. myr. = Vaccinium myrtillus, Cal. vul. = Calluna vulgaris.
[2]) K = Rendzina über Devonkalk, L = Lößlehmboden (näheres im Text).
[3]) L = Trockene Laubstreu, von Ästen gepflückt. G = Grüne, lebende Blätter von Ästen gesammelt, (G) = Blätter teilweise grün und lebend, teilweise abgestorben. Von Pflanzen entnommen. S = Lebende Sprosse mit grünen Blättern.
[4]) — = farblos, hb = hellbraun, sb = schwarzbraun.
[5]) Gemessen mit Elko II unter Vorschaltung von Filter I 62. Schichtdicke 15 mm. Durchlässigkeit in % (reines Wasser = 100).
[6]) . = nicht nachweisbar, s = Spuren, + = bis 5 γ, ++ = bis 10 γ, +++ = bis 15 γ, ++++ = bis 20 γ.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für Beihilfen für die Durchführung der Untersuchungen ergebenst gedankt.

Botanischer Garten der Stadt und Botanisches Institut der Universität Köln. R. KNAPP und H. F. LINSKENS.

Eingegangen am 9. September 1954.

[1]) MELIN, E.: Ecology **11**, 72 (1930). — OHMASA, M., u. K. MORI: Bull. forest. exp. stat. imp. Househ **3**, 3 (1937). — WITTICH, W.: Forstarch. **15**, 96; **19**, 1; **20**, 78, 110 (1939—1944).
[2]) WITTICH, W.: Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss. **4**, 115 (1933). SILLINGER, P., u. F. PETRU: Beih. bot. Zbl. A **57**, 173 (1937). — MORK, E.: Medd. norske skogsfors. Ves. **29**, 297 (1942).
[3]) BREMNER, J. M.: Biochemic. J. **47**, 538 (1950). — DAVIDSON, D. I., F. J. SNOWDEN and H. J. ATKINSON: Soil Sci. **71**, 347 (1951). — PARKER, D. I., F. J. SNOWDEN u. H. J. ATKINSON: Sci. Agric. **32**, 163 (1952).
[4]) KNAPP, R.: Geobot. Mitt. **2**, 21 (1952).
Zu [1]) und [2]): In den genannten Veröffentlichungen weitere Literatur.

Hemmung des Krebswachstums durch 2,4-Dinitrophenol (DNP). *Bedeutung von DNP als Zytostatikum.*

In vorangehenden Untersuchungen[1]) haben wir den Modus der zytostatischen Wirkung, die durch Anoxybiose induziert wird, in weitgehender Weise geklärt. Auf Grund von darauffolgenden, streng anaerob durchgeführten Züchtungsexperimenten[2]) gelangten wir zu dem Ergebnis, daß der Spaltungsstoffwechsel — im Gegensatz zur Atmung — nicht die Potenz besitzt, Wachstumsenergie zu liefern, woraus sich folgerecht ableitet, daß die beiden Stoffwechselkräfte in ihrem Energiepotential verschieden sind und somit auch, zumindest bezüglich der Zellvermehrung, in keiner ergonischen Korrelation zueinander stehen.

Gegenüber dem Effekt der Anoxybiose, durch welche die Zellatmung — infolge des Fehlens von Sauerstoff — eo ipso ausgeschaltet ist, besitzt 2,4-Dinitrophenol (DNP) die Eigenschaft, wie C. E. CLIFTON[3]) als erster erkannte, in geringer Konzentration Synthesereaktionen vollständig zu blockieren, ohne die Oxydation dabei zu beeinträchtigen. W. F. LOOMIS und F. LIPMANN[4]) stellten fest, daß bei DNP-Konzentrationen von 5×10^{-5} bis 2×10^{-4} M eine Hemmung der Phosphorylierung eintritt, während die O_2-Aufnahme im Gewebe unvermindert oder sogar mit leichter Stimulation von statten geht. Durch Auswaschen mit frischem Phosphatpuffer läßt sich der Hemmungseffekt wieder aufheben. DNP besitzt demnach die Fähigkeit, die Atmungsketten-Phosphorylierung reversibel von der Oxydation zu entkoppeln, wobei es gleichzeitig das anorganische Phosphat, welches sonst eine unbedingt notwendige Komponente in diesem System bildet, zu „ersetzen" vermag.

Im Zusammenhang hiermit wiesen F. WINDISCH und W. HEUMANN[5]) nach, daß bei vollständiger Wachstumssistierung durch DNP sowohl der Oxydations- als auch der *Spaltungsstoffwechsel* (Gärung) ungehindert wie ohne Zusatz des Hemmungsmittels abläuft, was mit früheren Stoffwechselmessungen von uns, die an anabiotischem Zellmaterial vorgenommen wurden, in Einklang steht[6]). Die Persistenz der intrazellularen Dissimilationsvorgänge unter zytostatischen Bedingungen gibt eindeutig zu erkennen, daß im Zustand der Wachstumshemmung ein Stoffaustausch *durch die Zellmembran* möglich ist und auch tatsächlich stattfindet. Mit Hilfe der von uns ausgearbeiteten M-T-Methode[7]) konnten wir histochemisch in instruktiver Weise dartun[8]), daß durch die Anwendung von DNP — nach vorangegangener Phosphathungerzüchtung, auf welche normalerweise regenerativ eine phosphatische Überkompensation folgt[9]) — das Eindringen von Phosphat in das Zellinnere sistiert wird, womit, in Konsequenz dieses Befundes, zugleich ein starker experimenteller Anhaltspunkt dafür gewonnen ist, daß der Eintritt von Phosphat durch die Zellmembran nicht einfach auf dem Wege der Diffusion erfolgt, sondern mit Phosphorylierungsvorgängen verknüpft ist, wie bereits K. LANG[10]) bei seiner Darstellung des „Intermediären Stoffwechsels" (1952) in Erwägung gezogen hat.

Die physiologische Eigenart von DNP, die vor allem in der nicht-zellschädigenden reversiblen Wirkung der Wachstumshemmung („blocked synthetic reactions") ihren markanten Ausdruck findet, legte uns begreiflicherweise den Gedanken nahe, zu prüfen, ob dieses seit langem bekannte pharmazeutische Präparat[11]), das gelegentlich als Entfettungsmittel in einer therapeutischen Dosierung bis 3 mg je kg angewendet wird, gegebenfalls in die Kategorie der experimentellen Zytostatika (Kolchizin, Urethan, LOST-Derivate, TEA, Sanomycin usw.) einzureihen und damit für das Krebsproblem von Interesse sei.

Im Tierversuch (Ratte, Maus) stellten wir mit freundlicher Unterstützung von Dr. med. H. HEURICH fest, daß DNP *auch das Geschwulstwachstum* (experimentell erzeugte maligne Tumoren) zum Stillstand und teilweise zum Abklingen bringt. Durch Zusatz von Hyaluronidase aus Sperma konnte in einzelnen Fällen (Sarkome) die Hemmungswirkung intensiviert werden. Damit ist von uns grundsätzlich aufgeklärt, daß *DNP als Zytostatikum von Bedeutung* ist und in der Krebsforschung Beachtung verdient. Auf breiterer Versuchsbasis ist nunmehr weiterhin die Selektivität des neugewonnenen Zytostatikums gegenüber benignen und malignen Geweben, vor allem auch im Hinblick auf möglicherweise zutage tretende Sekundärerscheinungen zu überprüfen, ehe ein Urteil über die therapeutische Anwendungsmöglichkeit von DNP beim Krebs abgegeben werden kann.

Atebrin, das bekannte Malaria-Heilmittel, zeigt, nach Versuchen von LOOMIS und LIPMANN[4]) an Kaninchennierenhomogenat, bei einer Konzentration von 10^{-3} M den gleichen Entkopplungseffekt wie DNP. Es wird von uns in die Testversuche einbezogen.

Institut für Medizin und Biologie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. W. FRIEDRICH), *Abteilung Krebsforschung/Mikrobiologie (Leiter: Prof. Dr.* F. WINDISCH). F. WINDISCH und W. HEUMANN.

Eingegangen am 9. September 1954.

[1]) WINDISCH, F.: Biochem. Z. **246**, 332 (1932). — Ergebn. Enzymforsch. **2**, 169 (1933). — WINDISCH, F., W. HEUMANN u. CHR. GOSLICH: Z. Naturforsch. **8b**, 305 (1953).
[2]) WINDISCH, F., H. HAEHN u. W. HEUMANN: Arch. Geschwulstforsch. **6**, 64 (1953).
[3]) CLIFTON, C. E.: Adv. Enzymol. **6**, 269 (1946).
[4]) LOOMIS, W. F., u. F. LIPMANN: J. of Biol. Chem. **173**, 807 (1948).
[5]) WINDISCH, F., u. W. HEUMANN: Biol. Zbl. **1954**.
[6]) WINDISCH, F., H. HAEHN u. W. HEUMANN: Arch. Geschwulstforsch. **6**, 64 (1953), und zwar S. 69—74.
[7]) Gemeinschaftsarbeit von WINDISCH, F., u. D. STIERAND sowie von H. HAEHN: Protoplasma **42**, 345 (1953).
[8]) WINDISCH, F., E. HERFURT u. G. RÜHLE: Experientia **1954**.
[9]) WINDISCH, F., ST. HINKELMANN u. D. STIERAND: Z. Naturforsch. **1954**.
[10]) LANG, K.: Der intermediäre Stoffwechsel, S. 47. Berlin 1952.
[11]) FÜHNER, H.: Medizinische Toxikologie, 2. Aufl., S. 175. Leipzig 1947.

Über Abbau und Umbau des Cyanamids in Boden und Pflanze.

Aufnahme und Umwandlung des Cyanamids als der N-Träger im Kalkstickstoff waren schon Gegenstand von Untersuchungen[1]),[2]). An Versuchen mit Cyanamid im Boden konnte gezeigt werden, daß auch bei Ausschalten der Mikroorganismentätigkeit durch Toluolzusatz der Abbau zu NH_3 und CO_2 erfolgt. So betrug die fermentative Spaltung im Boden, gemessen nach der NH_3-Entwicklung bei 37°, p_H 6,8 und 10tägiger Exposition 15,3%. Daneben konnte gleichzeitig eine Umwandlung von Cyanamid in Dicyandiamid mit Hilfe der Papierchromatographie nachgewiesen werden. Bei Verwendung von radioaktivem Cyanamid ($Ba^{14}CN_2$) in gleichmäßig feucht gehaltenem Boden (60% Wasserkapazität) konnte die Intensität des Abbaues auch auf Grund der $^{14}CO_2$-Entwicklung verfolgt werden. Wurde dem Boden Toluol zugesetzt, so war die $^{14}CO_2$-Entwicklung schon nach 24 Std sehr hoch und erreichte am 2. Tag das Maximum. Ohne Toluol war der Abbau verlangsamt und zeigte den Höhepunkt erst am 5. Tage. Nach 14 Tagen war das meiste Cyanamid umgewandelt.

In der Pflanze konnte die Umwandlung des Cyanamids ebenso mit Hilfe der Papierchromatographie sowohl mit gewöhnlichem als auch mit markiertem Cyanamid verfolgt werden. Bei Hafer, Gerste, Weizen und Roggen wird Cyanamid verschieden schnell in Dicyandiamid umgewandelt, das in der Pflanze nach weiteren 2 bis 3 Tagen nicht mehr nachweisbar war. Einzelne Aminosäuren, insbesondere Alanin, Tryptophan und Lysin, daneben Leucin, Phenylalanin und Valin treten bei Ernährung der Pflanze mit Cyanamid in höherem Maße auf als bei Ernährung mit $Ca(NO_3)_2$.

Auf Grund der Strahlungsverteilung darf angenommen werden, daß entsprechend den Wachstumsbedingungen nach etwa eintägiger $Ba^{14}CN_2$-Ernährung der Pflanzen die Cyanamidfraktion sehr schwach, der Dicyandiamidanteil wesentlich stärker ist. Im Chromatogramm weist bei Autoradiographie Alanin die stärkste Aktivität auf. Sie nimmt in dem

Maße weiter zu, wie Dicyandiamid abnimmt. Auch in der Höhe der Asparaginsäure findet sich stärkere Strahlung.

Institut für Agrikulturchemie an der Technischen Hochschule München in Weihenstephan.

ED. HOFMANN, A. AMBERGER und A. SÜSS.

Eingegangen am 30. August 1954.

[1]) HOFMANN, ED.: Angewandte Chemie **66**, 109 (1954).
[2]) LATZKO, E., u. A. AMBERGER: Naturwiss. **39**, 526 (1952).

Über die Adsorptionsfähigkeit der Innenoberfläche der Blutgefäße für das Influenza-Virus und verwandte Virusarten.

Die Rezeptorsubstanz, die das Influenzavirus und verwandte Virusarten auf charakteristische Weise adsorbiert, kann außer in den roten Blutkörperchen auch in den Körpersäften und Geweben nachgewiesen werden[1]). Von den in die Lunge verschiedener Wirbeltiere eingeführten Influenza- und anderen Viren werden große Mengen an das Lungenepithel

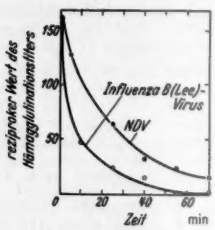


Fig. 1.

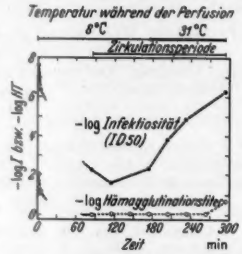


Fig. 2.

Fig. 1. Bindung des Influenza- (Lee-) Virus in den Gefäßen der Rattenleberpräparate. (Zu Versuchsbeginn ist der Hämagglutinationstiter der bei der Zirkulation verwendeten Allantoisflüssigkeit eingetragen.) Hämagglutinationstiter in Abhängigkeit von der Zeit.

Fig. 2. Bindung und Eluierung des in die Meerschweinchenleberpräparate eingeführten Influenza- (PR 8-) Virus. (Der erste Teil der Kurve stellt die Herabsetzung des Titers des in die Gefäße eingeführten Virus dar. In der Zeitspanne von 5 bis 80 min fand die Durchwaschung der Präparate statt.) Infektiosität und Hämagglutinationstiter bei Zirkulation in Leberpräparaten als Funktion der Zeit.

gebunden[2]). Beim Studium der pathogenen Eigenschaften dieser Viren schien es angebracht, das Adsorptionsvermögen der inneren Gefäßoberfläche zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurde in der Vena portae des Meerschweinchens bzw. der Ratte und der Maus eine Glaskanüle befestigt und das Organ mittels Durchströmung mit physiologischer Kochsalzlösung vollkommen blutleer gemacht. Um die bei der Durchströmung der Leberpräparate beobachtete[3]) sog. Ultrafiltrationswirkung sowie die Funktion der RES-Zellen auszuschalten, wurden die Lebergefäße mit 0,02 bis 0,5% Formalin enthaltender Kochsalzlösung und dann zwecks Entfernung des Formalins längere Zeit mit Kochsalzlösung durchströmt. In den Gefäßen der so erhaltenen Leberpräparate zirkulierten nach Abkühlen auf + 9° C 20 bis 40 ml 1:3 bis 1:4 mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnte Allantoisflüssigkeit, die aus mit Influenza PR 8-, Lee-, swine- bzw. Newcastle disease (ND)-Virus infizierten Hühnerembryonen gewonnen worden war. In den von Zeit zu Zeit entnommenen Flüssigkeitsproben wurde der Titer des Virus mittels Hühnererythrozytenagglutination bestimmt. Es konnte festgestellt werden, daß in den Blutgefäßen der kalt durchströmten Lebern die Virusmenge allmählich abnahm und in den in der 50. bis 60. min entnommenen Proben mit der Hämagglutination Viren überhaupt nicht oder nur in Spuren nachweisbar waren (Fig. 1). Dies gilt für sämtliche untersuchte Virusarten und für alle benutzten Leberpräparate der verschiedenen Tierarten. Durch Waschen mit kalter NaCl-Lösung wurden die Virusspuren entfernt und dann die Leberpräparate im Thermostaten bei 37° C gehalten. Nach 30 bis 60 min wurde je 1 ml NaCl-Lösung in die Vena portae eingespritzt und die in der gleichen Menge aus der Vena hepatica austretende Flüssigkeit titriert. Diese Flüssigkeit verursacht, je nach den angewandten Virusarten und den einzelnen Versuchen, bis zu Verdünnungen von 1:8 bis 1:128 eine Hämagglutination.

Um die feineren Verhältnisse der Virusadsorption kennen zu lernen, haben wir in einer Reihe von Versuchen auch die Veränderung des Infektiositätstiters des in den Lebergefäßen zirkulierenden Virusmaterials verfolgt. Zur Wertbestimmung der Infektiosität wurden hier die von einem von uns[4]) ausgearbeiteten, aus einer Allantoismembranensuspension hergestellten Mikrogewebskulturen verwendet, die zuverlässigere Ergebnisse liefern als die übliche, in der Allantoishöhle von Hühnerembryonen vorgenommene Titrierung. Die Gefäße der formalinbehandelten, gewaschenen und abgekühlten Meerschweinchenleberpräparate wurden 5 min lang mit 40 ml einer 1:4 verdünnten Allantoisflüssigkeit durchströmt; darauf wurde mit großen Mengen eiskalter NaCl-Lösung die nicht adsorbierte Virusmenge ausgewaschen (Dauer 80 min). In den abgekühlten Leberpräparaten wurden dann 40 ml NaCl-Lösung in Umlauf gesetzt und inzwischen mehrfach Proben zur Untersuchung entnommen. Schließlich wurde die Zirkulation oberhalb 30° fortgesetzt. In den kalten Leberpräparaten waren die Viren zum großen Teil gebunden worden, auf die Einwirkung der Wärme wurden sie langsam eluiert. Das Ergebnis eines solchen Versuches zeigt Fig. 2.

Diese Versuche haben gezeigt, daß an der inneren Oberfläche der Meerschweinchen-, Ratten- und Mäuseadern, wahrscheinlich an den Zellen des Gefäßendothels, die Influenza A- und B-, swine- und ND-Viren gebunden und später eluiert werden. Ein Teil der toxischen Erscheinungen und pathologischen Veränderungen, die an den mit großen Mengen von Influenzavirus und anderen verwandten Viren intravenös geimpften Tieren in Erscheinung treten[5]), deuten auf eine Schädigung bzw. gesteigerte Permeabilität der Gefäßwand hin. Auch bei der Influenza des Menschen sind kardiovaskuläre Veränderungen bekannt[6]). Unsere Versuche legen den Gedanken nahe, daß diese Erscheinungen eventuell mit einer von dem Virus unmittelbar auf das Gefäßendothel ausgeübten Wirkung in Zusammenhang gebracht werden dürften.

Einzelheiten über diese Studien sollen demnächst in der Acta Microbiologica Hungarica publiziert werden.

Mikrobiologisches Institut der Medizinischen Universität Szeged, Ungarn.

G. IVÁNOVICS, S. HORVÁTH und E. SZÖLLÖSY.

Eingegangen am 14. Juni 1954.

[1]) Siehe BURNET, F. M.: Physiologic. Rev. **31**, 131 (1951). — Roy. Melbourne Hosp., Clin. Rep. Centennary Vol. 1948. — Proc. Roy. Soc. [London] B **138**, 47 (1951). — ANDERSON, S. G.: Austral. J. Sci. **12**, 147 (1950). — BIELING, R., u. L. OELRICHS: Z. Hyg. **127**, 545 (1948).
[2]) Siehe HIRST, G. K.: J. of Exp. Med. **78**, 99 (1943). — FAZEKAS, S.: Austral. J. Exp. Biol. Med. Sci. **28**, 15 (1950). — SZÖLLÖSY, E., G. IVÁNOVICS u. S. HORVÁTH: Acta physiol. Hungarica **3**, 431 (1952).
[3]) JANCSÓ, N. jr.: Z. exp. Med. **64**, 256 (1929).
[4]) HORVÁTH, S.: Acta microbiol. Hungarica (im Druck).
[5]) Siehe HENLE, W., u. G. HENLE: J. of Exp. Med. **84**, 623, 639 (1946). — HSIOH-TEH CHANG u. J. E. KEMPF: J. of Immun. **65**, 75 (1950).
[6]) Siehe FINLAND, M., F. PARKER, M. W. BARNES u. L. S. JOLLIFFE: Amer. J. Med. Sci. **209**, 455 (1945). — KOBLIKA, F.: Lekarsky Listy **1**, 32 (1946).

Das optische Weibchenschema bei Musca domestica.

Bei den Männchen der Stubenfliege Musca domestica vermögen auch andere Objekte als Weibchen den der Kopulation vorausgehenden, charakteristischen Sprung auszulösen. Eine Untersuchung des AAMs (des angeborenen auslösenden Mechanismus) dieser Instinkthandlung zeigt ein Überwiegen der optischen Reize. v. UEXKÜLL läßt in das optische Weibchenschema die Faktoren Bewegung, schwarze Farbe und ungefähre Fliegengröße eingehen, nach ILSE[1]) werden jedoch auch andersfarbene und ruhende Sehdinge besprungen.

Die Analyse der optischen Auslöser des Kopulationssprunges mit Hilfe der Spontanwahlmethode (je zwei ruhende, in einem Merkmal sich unterscheidende Attrappen mit maximaler Abhebung) ergab bei KASPAR-HAUSER-Tieren von 7,9 ± 0,4 mm Körperlänge folgende Befunde: Räumliche und flächige Attrappen erwirken die gleiche Anzahl Zuwendungen, erstere lösen aber zu 80%, letztere nur zu 50% Primärsprünge aus. Formverschiedene, aber flächengleiche Figuren werden bei geringem Unterschied der linearen Erstreckung nicht

unterschieden, z. B. Quadrat: Kreis = 50:50 ± 3,8%. Wird das Verhältnis Länge: Breite einer Attrappe vergrößert, so nimmt der Reizwert ab; gegenüber dem Quadrat erzielen die Rechtecke 2a:a, 5b:b und 8c:c die Positivprozente 33 ± 3,6, 16 ± 2,9 bzw. 3 ± 1,7. Randlich gegliederte Figuren werden ungegliederten gleicher Linearerstreckung ($E = 8$ und 10 mm) vorgezogen, wenn der Konturabstand eine Auflösung der Struktur vor der Wahl erlaubt. Kreisfläche: Stern, Doppelkreuz = 32:68 ± 4,4 bzw. 3,7%. Attrappen mit Innenstruktur verlieren entgegen der allgemein gültigen reizphysiologischen Tatsache, daß Konturreichtum den Reizwert einer Figur erhöht, gegenüber den kompakt schwarzen Objekten an auslösender Kraft. Folgende Werte zeigen dies (E = konst.):

Quadrat: Schachbrett (9 Felder)	66:34 ± 3,3%,
Quadrat: Schachbrett (16 Felder)	78:22 ± 3,1%,
Kreisfläche: Kreisfläche mit weißem Kreuz	70:30 ± 3,6%,
Kreisfläche: Ring	76:24 ± 3,5%.

Zur Analyse des Merkmals „Größe" dienten sechs Kreisscheiben mit den Durchmessern 4, 6, 8, 11, 14 und 21 mm, die in jeder möglichen Kombination geboten wurden. Da

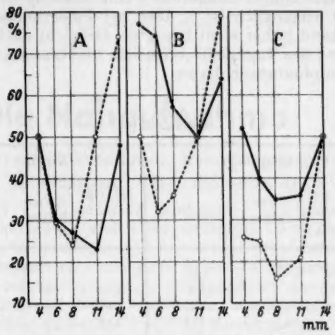


Fig. 1. Positivprozente der $A = 4$, $B = 11$, $C = 14$-mm-Attrappen (Ordinate) gegenüber denen mit angeführten Durchmessern (Abszisse). 7,9 ± 0,4-mm-Tiere: ●——, 5,4 ± 0,4-mm-Tiere: ○----.

bald Unterschiede der einzelnen Verhältnisse (große Streuung) in Abhängigkeit von der Körpergröße auffielen, wurden die „normalen" 7,9-mm-Tiere und die infolge von Nahrungsmangel während des Larvenstadiums kleiner gebliebenen, 5,4 ± 0,4 mm großen Männchen getrennt untersucht. Die maximale Attrappengröße, die noch auslösend wirkt, scheint für alle Tiergrößen bei 20 mm zu liegen (~10 Plusprozente), die minimale unterschreitet 4 mm (bis 1 mm) und kann nur mit einer anderen Methode bestimmt werden. Das Optimum liegt für 5,4-mm-Tiere bei 8 mm, für 7,9-mm-Tiere bei 11 mm Attrappendurchmesser (Überoptimalität). Für kleine Tiere besitzen 4- und 11-mm-, für die großen 4- und 14-mm-Attrappen gleichen Reizwert. Die Kombinationen 4/6, 4/8, 6/8 mm erreichen in beiden Größenklassen jeweils die nahezu gleichen Verhältnisse (Diff. $\leq 3 \pm 5{,}7\%$); in allen anderen Fällen sind die Unterschiede bei guter statistischer Sicherung relativ groß (15 bis 42%). Als Beispiel diene Fig. 1.

Diesem Verhaltensunterschied bei großen und kleinen Individuen läßt sich ein anatomischer zuordnen, der das zuständige Rezeptionsorgan betrifft. Die Bestimmung des Durchmessers D (Abstand zweier gegenüberliegender Sechseckseiten) der Ommatidien einer genau definierbaren Lage in Abhängigkeit von der (durch Vergleich mit anderen Meßstrecken wie Flügelabschnitt, Kopfbreite u. a. bereinigten) Körperlänge X ergibt die Beziehung

$$\log D = \tfrac{2}{3} \log X - 2{,}206 .$$

Unter Berücksichtigung der Krümmung des Komplexauges folgt daraus, daß unter gleichen äußeren Voraussetzungen bei großen Tieren mehr Ommatidien gereizt werden, z. B. bei 60 mm Abstand einer Kreisfläche mit $r = 4$ mm und Gleichheit des Gesamtsehwinkels 36% mehr als bei 5,4-mm-Tieren.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei Musca domestica in die den Kopulationssprung auslösende optische Reizsituation folgende Faktoren eingehen: Bewegung, Körperlichkeit, randliche Gliederung und innere Geschlossenheit; Größe, Form und Erstreckungsverhältnis nur innerhalb eines biologisch „sinnvollen" Bereiches.

Eine ausführliche Darstellung erfolgt an anderer Stelle.

Zoologisches Institut, Mainz. GÜNTER VOGEL.

Eingegangen am 2. September 1954.

[1]) Mündliche Mitteilung an F. SCHALLER.

Über das Wachstum der Imaginalanlage des Hinterflügels von Ephestia kühniella und die Annahme selbständig mutationsfähiger Untereinheiten in den Chromosomen.

Die Flügel der Mehlmotte entwickeln sich nach der Darstellung von KÖHLER[1]) aus je einer kleinen polsterartigen Hypodermisverdickung, die in den aufeinanderfolgenden Larvenstadien heranwächst und durch Einsenkung und Faltung die zweiblättrige Flügelanlage mit dem sie umhüllenden Flügelsack bildet.

Das Wachstum der vorderen Imaginalanlagen hat BÖDEWADT[2]) genauer untersucht. Danach beträgt die durchschnittliche Zellanzahl einer Anlage zu Beginn des letzten Larvenstadiums rund 6300. Eigene Zählungen ergaben für die hintere Imaginalanlage einen Wert von rund 5600 Zellen. Wie die Tabelle 1 zeigt, nimmt die Anzahl der Zellen von Tag zu Tag zu und erreicht am 7. Tag des insgesamt etwa 10 Tage lang dauernden Stadiums einen Wert von rund 56600, also etwa das 10fache des Ausgangswertes. Entsprechendes gilt für die vorderen Imaginalanlagen. Dieser Befund widerspricht den bisherigen Vorstellungen[2]), nach denen sich in diesem Zeitraum die Zellanzahl nicht wesentlich erhöht.

Tabelle 1. *Zellanzahlen von hinteren Imaginalanlagen an aufeinanderfolgenden Tagen des letzten Larvenstadiums. Dauer des Stadiums 10 Tage.*

1	2	3	4	5	6	7
4090	6180	11250	13980	20160	30190	51460
5310	6420	11690	14160	28010	32180	53070
5330	9810	12240	22010	28010	33150	54480
5700	10370	15280	25660	30440	34100	60980
5900	10920	22610	26180	31080	36990	63120
7110	11020	29950	33840	33520	58250	
5573	9120	17170	22638	28536	37476	56622

Tabelle 2.
Zellanzahlen von hinteren Imaginalanlagen und ihren Bestandteilen.

	1. Tag	8. Tag	10. Tag
Flügelsack	1000	2000	
Proximaler Flügelteil . .	4100	36000	
Distaler Flügelteil . . .	500	47500	87000
Imaginalanlage	5600	85500	

Am 8. Tag, kurz vor der Ausstülpung der Flügelanlage aus dem Flügelsack, besteht die hintere Imaginalanlage aus rund 85500 Zellen (Tabelle 2). Hiervon entfallen ungefähr 2000 auf den Flügelsack, 36000 auf den proximalen Flügelteil, der später das Flügelgelenk und Teile der Körperhaut bildet, und 47500 auf den distalen. Letzterer umfaßt die Flügelfläche mit schätzungsweise 80% der Zellen und die später degenerierende Randzone. Bis zur Verpuppung, also während des Vorpuppenstadiums, vergrößert sich die Zellanzahl des distalen Flügelteiles auf rund 87000, also nur noch auf weniger als das Doppelte.

An dem starken Wachstum der Anlage in der vorhergehenden Zeit hat der Flügelsack geringen Anteil. Seine Zellanzahl am 1. Tag beträgt etwa 1000; sie wird also bis zum 8. Tag ungefähr verdoppelt. Die auf den proximalen und den distalen Flügelteil entfallenden Anteile sind auf Grund von Zellzählungen nicht zu sondern, da diese Teile der Anlage sich vor dem 8. Tag nicht voneinander abgrenzen lassen. Man kann jedoch das Zellteilungswachstum derjenigen Anlagenteile, die später Flügelfläche bilden, mittels Markierung einzelner Zellen durch somatische Mutationen verfolgen. Behandelt man Larven des letzten Stadiums mit Röntgenlicht, so treten auf den beschuppten Imaginalflügeln mehr oder weniger große Areale mit mutanten Schuppen auf. Die Größe der Areale

nimmt mit dem Alter der behandelten Larven ab, und nach Durchstrahlung am Ende des Stadiums findet man fast nur noch einzelnstehende Mutanten. Untersuchungen an der Hinterflügeloberseite nach Durchstrahlung 0 bis 24 Std alter Larven des letzten Stadiums ergaben für das hier benutzte Versuchsmaterial eine durchschnittliche Arealgröße von rund 50 Mutanten. Jede mutierte Zelle liefert also im Durchschnitt 50 Zellen, aus denen nach der Vorstellung von HENKE[3]) im Verlauf der weiteren Entwicklung je eine Schuppenbildungszelle und ein Epithelverband entsteht. Da auf der Vorderflügeloberseite rund 10000 Schuppen stehen, betrug die Zellanzahl zum Zeitpunkt der Durchstrahlung um 200. Setzt man für die Unterseite ebenfalls 200 Zellen an und für die degenerierende Randzone 100, d.h. 20% der Zellanzahl des distalen Flügelteils, so erhält man für den ganzen distalen Flügelteil den Wert 500, und für den proximalen bleiben 4100 übrig (Tabelle 2). Vom 1. bis zum 8. Tag wächst also die Flügelanlage sehr ungleichmäßig: Der Flügelsack auf das Doppelte, der proximale Flügelteil auf das 9fache, der distale auf fast das 100fache.

Die schon bei Beginn des letzten Larvenstadiums einsetzende Abnahme der Größe der Areale mutanter Schuppen erweist sich jetzt als Ausdruck für die vom 1. Tag des letzten Stadiums an vorhandene Zellteilungstätigkeit. Sie ist also nicht, wie von HENKE und POHLEY[4]) und POHLEY[5]),[6]) unter Zugrundelegung der Angaben von BÖDEWADT[2]) angenommen wurde, der Ausdruck für eine fortschreitende Unterteilung der Chromosomen in selbständig mutationsfähige Einheiten. Diese Annahme ist als unbegründet fallen zu lassen.

Über die angewandte Methode und weitere Ergebnisse wird noch ausführlich berichtet.

Zoologisches Institut der Universität Göttingen.

H.-J. POHLEY.

Eingegangen am 18. August 1954.

[1]) KÖHLER, W.: Z. Morph. u. Ökol. Tiere **24**, 582 (1932).
[2]) BÖDEWADT, G. H.: Biol. Zbl. **70**, 31 (1951).
[3]) HENKE, K.: Biol. Zbl. **65**, 120 (1946).
[4]) HENKE, K., u. H.-J. POHLEY: Z. Naturforsch. **7b**, 65 (1952).
[5]) POHLEY, H.-J.: Naturwiss. **40**, 146 (1953).
[6]) POHLEY, H.-J.: Biol. Zbl. **72**, 577 (1953).

Experimentelle Untersuchungen über die äußeren Ovulationsfaktoren bei der Fledermaus Nyctalus noctula.

Das Problem der dem Winterschlaf nachfolgenden Ovulation bei Fledermäusen ist oft behandelt worden, wobei versucht wurde, die sie bedingenden äußeren Faktoren experimentell nachzuweisen. Einige Autoren[1]),[2]) vertreten die Ansicht, daß vor allem die Wirkung der Temperatur auf den Organismus eine Rolle spielt, während SLUITER und BELS[3]) mit Recht hervorheben, daß bisher kein überzeugender experimenteller Beweis für diese Hypothese beigebracht wurde, und ihrerseits auf Grund weniger Ergebnisse die Erhöhung des Metabolismus als wichtigsten Ovulationsfaktor annehmen.

Innerhalb von im Winter 1953/54 an Fledermäusen Nyctalus noctula angestellten Untersuchungen versuchte der Verfasser, die Frage des wichtigsten äußeren Ovulationsfaktors zu lösen. Zu diesem Zweck wurden am 6. März 1954 15 Weibchen aus ihrem Winterschlafplatz (leerer Raum für Rolläden oberhalb der Fenster eines in der Nähe eines Waldes gelegenen Fakultätsgebäudes, Temperatur um 20° C, dunkel) ins Laboratorium versetzt bei annähernd gleicher Temperatur (18 bis 20° C), davon 8 Weibchen in völlige Dunkelheit (Gruppe I) in einen Schrank, 7 Weibchen hingegen ins Tageslicht (Gruppe II). Die Gruppen wurden nicht genährt, in beide Behälter wurde nur ein mit Wasser gefülltes Gefäß gestellt. Gewicht der Tiere:

Gruppe I: 9. III. 23,95 g ± 0,52 g, 17.—20. III. 22,60 g ± 0,61 g;

Gruppe II: 9. III. 23,24 g ± 0,58 g, 17.—20. III. 22,10 g ± 0,41 g.

Nur morgens betrug der Temperaturunterschied zwischen beiden Behältern ungefähr 1°C, verlor sich aber fast völlig im Laufe des Tages.

Nach einigen Tagen wurden die Versuchstiere dekapitiert, ihre Ovarien in vivo untersucht, und sobald ein Corpus luteum bemerkt werden konnte, wurde im entsprechenden Eileiter nach dem Ei gesucht. Alle Eier außer bei Nr. 115 wurden in ihren Eileitern aufgefunden, in vivo aufgenommen, einige interessantere in toto fixiert[4]). Die Hypophysen wurden im GENDREschen Gemisch fixiert und nach MCMANUS[4]) Methode gefärbt. Die Ergebnisse sind aus der beigefügten Tabelle 1 ersichtlich. Es ergibt sich also, daß von 8 im Dunkeln gehaltenen Weibchen nur eins ovulierte, während die 7 im Tageslicht befindlichen alle ausnahmslos ovuliert haben. Die gefärbten Präparate der Hypophyse weisen Unterschiede auf zwischen Gruppe I und II. Gruppe I hat Zellen mit SCHIFF-positiven Granula, wenig oder kein Kolloid. Gruppe II hat SCHIFF-positives Kolloid, in den Zellen keine SCHIFF-positiven Granula. Nur Nr. 117 und 127 sind unentschieden, und Nr. 123 zeigt Merkmale von Gruppe II.

Die vorgebrachten Ergebnisse drängen die Schlußfolgerung auf, daß, wenigstens bei dieser Art, das Licht auch ein wichtiger äußerer Ovulationsfaktor bei Fledermäusen ist.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß das Licht beim Reproduktionszyklus einiger Säugetiere[6]) eine Rolle spielt und dem Experiment zugänglich ist[7]), aber bei Fledermäusen wurde dieser Umstand bisher nicht beachtet, vielleicht auch deshalb, weil sie selten das Tageslicht aufsuchen und besondere Organe für Raumempfindungen haben.

Tabelle 1.

Datum	Gruppe I			Gruppe II		
	Nr. des Versuchstiers	Ovulation	Eistadium	Nr. des Versuchstiers	Ovulation	Eistadium
9. III.	114		VG			
10. III.	116		1 PZ	115 *)	+	7 Z
17. III.	119		1 PZ	117	+	2 PZ, 1 V
17. III.	120		1 PZ	118	+	2 Z
18. III.	123 **)	+	2 × 2 PZ, 2 V	121	+	2 Z
18. III.	124		2 × 1 PZ	122	+	2 × 2 Z
19. III.	125		2 × 1 PZ			
20. III.	128		1 PZ	126	+	2 Z, 4 Z
20. III.				127	+	2 × 2 PZ, 2 V

Z = Zelle, PZ = Polzelle, VG = Vesicula germinativa, V = Vorkern.
*) Außerhalb des Winterschlafplatzes im Tageslicht eingefangenes Versuchstier, Embryo im Uterus gefunden.
**) Anomalie des linken Ovariums, ungewöhnlich klein.

Das beschriebene Experiment gibt keine Antwort auf die Frage, ob die Wirkung des Lichtes den Metabolismus erhöht (der Gewichtsverlust bei den Versuchstieren spricht nicht für diese Hypothese) oder auf dem Nervenwege die Hypophyse unmittelbar reizt; aber auf Grund neuerer Ansichten[8]), daß für die Ovulation ein Nervenimpuls auf die Hypophyse notwendig ist, muß die zweite Hypothese weiteren Versuchen als Arbeitshypothese zugrunde gelegt werden.

Biologisches Institut der Medizinischen Fakultät, Zagreb (Jugoslawien), (Vorstand: Prof. Dr. Z. LORKOVIĆ).

N. ŠKREB.

Eingegangen am 30. August 1954.

[1]) CAFFIER, P., u. H. KOLBOW: Z. Geburtsh. **108**, 185 (1934).
[2]) GUTHRIE, M. J., u. K. R. JEFFERS: Anat. Rec. **71**, 477 (1938).
[3]) SLUITER, J. W., u. L. BELS: Proc. Kon. nederl. Akad. Wetensch. Amsterdam **54**, 585 (1951).
[4]) DALCQ, A.: Bull. Acad. roy. Méd. Belgique, Sér. VI **17**, 236 (1952).
[5]) MCMANUS, J. F. A.: Nature [London] **158**, 202 (1946).
[6]) ASDELL, A. S.: Patterns of Mammalian Reproduction. Ithaca, New York: Comstock Publ. Co. 1946.
[7]) RUNNER, M. N., u. A. J. LANDMANN: Anat. Rec. **108**, 343 (1950).
[8]) FRAPS, R. M., u. J. F. CASE: Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med. **82**, 167 (1953).

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.

Praxis der Mikrophotographie

Von **Hans-Henning Heunert.** Mit 109 Abbildungen. VIII, 94 Seiten Gr.-8⁰. 1953. Ganzleinen DM 15.60

Inhaltsverzeichnis: **Grundbegriffe der Optik:** Sphärische Bildfehler. Chromatische Bildfehler. Bildfeldwölbung. Numerische Apertur (n. A.). Abbildungsmaßstab. Auflösungsvermögen und förderliche Vergrößerung. — **Die mikrophotographische Apparatur:** Grundaufbau des Mikroskops. Die wichtigsten Apparatetypen und ihre Anwendungsmöglichkeiten: Laboratoriums-, Forschungs-, Kameramikroskope. Die mikrophotographischen Kameratypen. Objektive. Okulare. Lichtquellen. Beleuchtungsapparatur (Kondensoren). — **Einstellungsmöglichkeiten am Mikroskop:** Einstellungen im durchfallenden Licht: Einstellungsfolge für Untersuchungen im Hellfeld, Dunkelfeld, Phasenkontrast. Einstellungen im auffallenden Licht: Einstellungsfolge für Untersuchungen im Auflicht-Hellfeld (Opakilluminator), Auflicht-Dunkelfeld (Ultorpak). Einstellungen im polarisierten Licht. — **Die mikroskopische Aufnahme:** Errechnung der Vergrößerung und einfache Messungen am Mikroskop. Scharfeinstellung. Aufnahmematerial (Negativ): Licht- und Farbempfindlichkeit. Farbfilter. Belichtung. Negativentwicklung. Positiv-Material und Verarbeitung. — **Kleine Ratschläge:** Arbeiten mit Immersionsöl. Reinigung des Mikroskops. Mikro-Aufnahme-Merkbuch. Stufenweise Einstellung. Kühlung des Lichtes. — **Die makrophotographische Aufnahme:** Erweiterung der mikrophotographischen Apparatur für makroskopische Zwecke: Apparate, Objektive. Die Makroaufnahme: Aufnahmen im durchfallenden, im auffallenden Licht.

Die Nahaufnahme

Leitfaden für die Makrophotographie in Wissenschaft und Technik. Von **Hans-Henning Heunert.** Mit 121 Abbildungen. VIII, 125 Seiten Gr.-8⁰. 1954. Ganzleinen DM 19.80

Inhaltsübersicht: **I. Teil: Einführung.** Die Makrophotographie, ein umfangreiches Spezialgebiet in der wissenschaftlich-technischen Photographie. Makroskopische Aufnahmemethoden und ihre Bildgestaltung. Grundlegende apparative Fragen. — **Aufnahmen von histologischen Präparaten und transparenten Objekten im durchfallenden Licht:** Übersichtsaufnahmen von histologischen Schnitten, von Gesteinsdünnschliffen im polarisierten Licht, von Plattenkulturen, von locker angeordneten aber plastischen Objekten. Aufnahmen von Harz- und Bernsteineinschlüssen. — **Makroaufnahmen von unbeweglichen Objekten im auffallenden Licht:** Aufnahmen von makroskopischen Objekten kleinster Größen. Biologische Aufnahmen für systematische Zwecke. Makroaufnahmen als Abbildungsunterlagen zur Herstellung von Zeichnungen. Biologische und medizinische Aufnahmen für Demonstrations- und Illustrationszwecke von unbeweglichen Objekten. Aufnahmen von Objekten in Glasbehältern, von feuchten Organteilen und Objekten mit starker Eigenreflexion, von kleinen technischen Objekten, von Münzen, Kleinreliefs und Mosaiken, von Textil- und Papiervorlagen, Makroaufnahmen von Kristallen. — **Makroaufnahmen von beweglichen Objekten:** Nahaufnahmen von Pflanzen und Insekten in freier Natur, von Insekten und Kleintieren im künstlichen Licht. Naturwissenschaftliche Serienaufnahmen. Operationsaufnahmen. Medizinische Aufnahmen an Patienten. — **Reproduktionstechnik:** Apparate zur Herstellung von Reproduktionen. Reproduktionen von Strichvorlagen, von Halbtonvorlagen, von Farbvorlagen, von Röntgennegativen. Herstellung von Serienreproduktionen. Nachwort zum ersten Teil. — **II. Teil: Das Negativmaterial und seine Verarbeitung:** Allgemeinempfindlichkeit und Gradation. Farbenempfindlichkeit und Farbfilter. Die Materialsorten. Die Belichtung. Die Negativ-Entwicklung. Ausgleichende Arbeiten am Negativ. Beachtenswertes zur Farbphotographie. — **Das Positivmaterial und seine Verarbeitung:** Einrichtung einer einfachen Dunkelkammer. Das Kopierverfahren. Das Vergrößerungsverfahren. Das Diapositivverfahren. Einiges zum Beschneiden, Ausflecken und Aufziehen der Bilder. Am Rande vermerkt. Kleine Ratschläge zur Gerätepflege, Archivierung u. dgl. Nachwort zum zweiten Teil. — **Objektiv-Tabellen:** Aufstellung der speziellen Makroobjektive. Tabellen der Abbildungsmaßstäbe. Tabellen der Tiefenschärfe. Einstellungsformeln.

Lehrbuch der gesamten Chemie

Von Dr. phil. **F. L. Breusch,** Professor an der Universität Istanbul, Direktor des Zweiten Chemischen Instituts. Zweite Auflage. Mit 85 Abbildungen. VI, 426 Seiten Gr.-8⁰. 1954. Ganzleinen DM 29.70

Inhaltsübersicht: **Allgemeine Chemie.** Einleitung. Werkzeuge der Chemie. Zusammensetzung der Substanzen. Die Elemente und ihre Ordnung im Periodensystem. Atomkerne. Die Arten der chemischen Bindung. Verhalten der Verbindungen. Zustände und Vorgänge in Lösungen. Die chemischen Reaktionen. — **Spezielle anorganische Chemie.** Nichtmetalle. Metalle. — **Organische Chemie.** Einleitung und Methoden. Aliphatische Kohlenwasserstoffe. Aliphatische Verbindungen mit einem Substituenten. Aliphatische Verbindungen mit mehreren gleichen Substituenten. Aliphatische Verbindungen mit zwei und mehr verschiedenen Substituenten. Aromatische Kohlenwasserstoffe. Aromatische Derivate mit einem oder mehreren Substituenten derselben Art. Aromatische Stoffe mit verschiedenen Substituenten. Hydroaromatische Verbindungen. Farbstoffe. Heterocyclische Verbindungen. Hochpolymere. — Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Technische Physik in Einzeldarstellungen

Herausgegeben von Dr. phil. **W. Meissner**, Professor für Technische Physik an der Technischen Hochschule München.

Sechster Band: **Hochstromkohlebogen.** Physik und Technik einer Hochtemperatur-Bogenentladung.
Von Professor Dr. **Wolfgang Finkelnburg.** Mit 132 Abbildungen. VIII, 221 Seiten Gr.-8°. 1948.
DM 22.50; Ganzleinen DM 26.50

Inhaltsübersicht: Einleitung. — Überblick über Eigenschaften und Mechanismus des Niederstromkohlebogens. — Allgemeine Eigenschaften und Betriebsbedingungen des Hochstromkohlebogens. — Die physikalischen Eigenschaften des Hochstromkohlebogens: Elektrische Eigenschaften. Die Strahlung des Hochstromkohlebogens. Die Temperaturen im Hochstromkohlebogen. Sonstige Eigenschaften des Hochstromkohlebogens. — Bogenmechanismus und Theorie des Hochstromkohlebogens. Die technischen Anwendungen des Hochstromkohlebogens. Literaturverzeichnis. — Sachverzeichnis.

Siebenter Band: **Grundlagen der Höchstfrequenztechnik**
Von Dr.-Ing. **F. W. Gundlach**, Professor an der Technischen Hochschule Darmstadt, Direktor des Instituts für Fernmeldetechnische Geräte und Anlagen. Mit 189 Abbildungen. VIII. 499 Seiten Gr.-8°. 1950.
DM 48.—; Ganzleinen DM 52.—

Inhaltsübersicht: Einleitung: Die Höchstfrequenztechnik und ihre Wesensunterschiede gegenüber der Hochfrequenztechnik. A. **Elektronenströmungen.** I. Allgemeine Grundlagen. II. Zweipolstrecken (negative Widerstände). III. Vierpolstrecken (Steuerung und Anfachung). IV. Rauscherscheinungen in ebenen Elektronenströmungen. V. Zylindrische Elektrodensysteme. VI. Magnetfeldröhren. — B. **Stromverdrängung und dielektrische Verluste.** I. Stromverdrängung. II. Die dielektrischen Verluste. — C. **Die elementaren Wellen auf Doppelleitungen.** I. Die fortschreitenden Wellen. II. Die stehenden Wellen. — D. **Die Wellen in Hohlleitungen.** I. Die fortschreitenden Wellen. II. Die stehenden Wellen. — E. **Kugelwellen.** I. Die fortschreitenden Kugelwellen. II. Die stehenden Kugelwellen. — F. **Vierpoltheorie.** Die allgemeinen linearen Vierpole. — Der Umkehrsatz der Vierpole. — G. **Literaturverzeichnis.** Übersicht über die verwendeten Formelzeichen. — Sachverzeichnis.

Achter Band: **Wärmeübertragung im Gegenstrom, Gleichstrom und Kreuzstrom**
Von Dr.-Ing. **H. Hausen**, o. Professor an der Technischen Hochschule Hannover. Mit 230 Textabbildungen. XII, 464 Seiten Gr.-8°. 1950. Ganzleinen DM 73.—

Inhaltsübersicht: Einleitung. — **Wärmeübergang und Druckabfall in Rohren und Kanälen.** — Wärmeübergang durch Wärmeleitung und Konvektion. — Einfluß der Wärmestrahlung auf den Wärmeübergang. — Druckverlust beim Strömen durch Rohre und Kanäle. — **Rekuperatoren.** — Temperaturverlauf und Wärmeaustausch bei Gleichstrom und Gegenstrom. — Bemessung und Gestaltung der im Gleichstrom und Gegenstrom arbeitenden Rekuperatoren. — Wärme- und Kälteverluste von Rekuperatoren. — Im Kreuzstrom betriebene Rekuperatoren. — Rekuperatoren mit mehreren Durchgängen. — **Regeneratoren.** — Übersicht über die Theorie der Regeneratoren. — Berechnung des Temperaturverlaufs und des Wärmeaustausches in Gegenstromregeneratoren aus den zeitlichen Temperaturänderungen in einem Steinquerschnitt. — Exakte Berechnung des vollständigen Temperaturverlaufs bis zu den Regeneratorenden bei sehr gut leitender Speichermasse. — Die Berechnungsverfahren von Nusselt, Schmeidler, Ackermann und Lowan. — Näherungsverfahren zur Berechnung des Temperaturverlaufs in Regeneratoren bei sehr gut leitender Speichermasse. — Feuchte Regeneratoren bei tiefen Temperaturen. — Wärmeübergangszahl und Druckverlust in Regeneratoren. Verzeichnis der am häufigsten benutzten Bezeichnungen. — Namen- und Sachverzeichnis.

Neunter Band: **Kleinste Drucke,** ihre Messung und Erzeugung
Von Dr. **Rudolf Jaeckel**, apl. Professor der Physik an der Universität Bonn und Leiter der Hochvakuumabteilung der Firma E. Leybold's Nachf., Köln-Bayental, unter Mitarbeit von Dr. Helmut Schwarz und Dr. Elisabeth Schüller. Mit 301 Textabbildungen. X, 302 Seiten Gr.-8°. 1950. DM 39.60. Ganzleinen DM 43.60.

Inhaltsübersicht: **Kinetische Gastheorie.** — Gleichgewichtszustände: Zahl der Stöße auf die Wand. Druckformel. Geschwindigkeitsverteilung und Geschwindigkeitswerte. Mittlere freie Weglänge. — Transporterscheinungen: Innere Reibung. Gasströmungen durch Röhren und Öffnungen. Wärmeleitung. Diffusion. — **Vakuummeßinstrumente.** — Federelastische Druckmessung. — Flüssigkeitsmanometer (insbesondere U-Rohrmanometer). — Kompressionsmanometer. — Wärmeleitungsmanometer. — Reibungsmanometer. — Vakuummessung durch thermische Molekulardruck. — Ionisationsmanometer. — Vakuumanzeige durch Entladungserscheinungen. — Leckmesser. — Pumpen. — Allgemeine Übersicht. Sauggeschwindigkeit, Endvakuum, Vorvakuum. — Methoden zur Förderleistungs- bzw. Sauggeschwindigkeitsmessung. Mechanische Pumpen. Kolbenpumpen. — Vielschieberpumpen. — Rotierende Ölluftpumpen. Molekularluftpumpen. Grundsätzliche Wirkungsweise. — Technische Formen von Molekularluftpumpen. — Sauggeschwindigkeit und Vorvakuumbeständigkeit von Molekularluftpumpen. — Dampfstrahl- und Diffusionspumpen. Grundsätzliche Betrachtungen. — Einige Einzelheiten aus der technischen Thermodynamik. — Thermodynamik der Düsenvorgänge. — Theorie der Dampfstrahlpumpen. — Theorie der Diffusionspumpe. — Technische Ausführungsformen der Pumpen. — Quecksilberdampfpumpen. (Diffusions- und Dampfstrahlpumpen.) — Technische Formen von Öldampfpumpen. — Bemessung von Diffusionspumpen und Auswahl geeigneter Vorvakuumpumpen. — Wirkungsgrad der Diffusionspumpen. — **Erzeugung, Erhöhung und Aufrechterhaltung des Vakuums ohne Pumpen.** — Entgasen, Ausheizen oder Desorption. Adsorption und Absorption von Gasen durch feste Stoffe bei niedrigen Drucken. — Dampffallen. — **Vakuumverbindungen und -leitungen.** — Flansche. — Schliffe. — Feste Verbindungen. — Hähne. — Ventile. — Berechnung der Strömungswiderstände von Leitungen. — **Vakuumzubehör.** — Baustoff für Hochvakuumapparaturen. — Fette. — Wachse, Kitte und Lacke. — Anhang: Tabellen und Nomogramme von allgemeiner Bedeutung. — Literatur- und Sachverzeichnis.

Zehnter Band: **Die elektromagnetische Schirmung in der Fernmelde- und Hochfrequenztechnik**
Von Dr. phil. **Heinrich Kaden**, Oberingenieur der Siemens & Halske A.G. Mit 145 Textabbildungen. VIII, 274 Seiten Gr.-8°. 1950. DM 38.—; Ganzleinen DM 42.—

Inhaltsübersicht: Erster Teil: **Schirmung gegen Störfelder.** Einleitung: Maxwellsche Differentialgleichungen und Randbedingungen; äquivalente Leitschichtdicke. — **Geschlossene Schirme mit homogenen Wänden.** Schirme im äußeren magnetischen Störfeld. Schirme mit innerer magnetischer Felderregung. Mehrschichtige Schirme aus verschiedenen Metallen. Schirmmatrizen mit Anwendung auf beliebig dicke magnetostatische Schirme. — **Zusammengesetzte metallische Hüllen mit Fugen.** Einleitung. Zylindrische Hülle aus axialen Bändern. Zylindrische Hülle aus ringförmigen Stücken. Kugelförmige Hülle aus zwei Halbschalen. Anhang: Beweis der Gl. (330). Zusammenfassung. — **Schirme mit Spalten.** Das magnetische Wechselfeld in der Umgebung von Hochfrequenzleitern. Anwendung auf den Durchgriff des elektrischen und magnetischen Feldes durch Schirme mit Spalten. Anhang. Zusammenfassung. — **Der Durchgriff des elektrischen und magnetischen Feldes durch Löcher und der Umgriff um den Rand offener Schirme.** Der Durchgriff des Feldes durch ein Kreisloch. Umgriff des Feldes um eine dünne Kreisplatte. Anhang: Beweis für die Lösung der unendlichen Gleichungssysteme (472) und (497). — **Gitterschirme.** Magnetisches Feld. Das elektrische Feld. — Zweiter Teil: **Schirmung gegen Störströme.** Einleitung: Allgemeine Definition des Kopplungswiderstandes. Der Kopplungswiderstand spezieller Leiterkonstruktionen. Das Nebensprechen zwischen koaxialen Leitungen. Das Nebensprechen zwischen einer verdrallten und einer koaxialen Leitung. Das Nebensprechen zwischen verdrallten Leitungen mit Zwischenschirm. — Dritter Teil: **Anhang.** Die wichtigsten Eigenschaften der Zylinder- und Kugelfunktionen. Erklärung der Formelzeichen. Literatur- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Dieses Heft enthält einen Aufruf zu einer Sammlung von Unterlagen für eine Biographie von Fritz Haber sowie zwei Prospekte des Springer-Verlages, Berlin · Göttingen · Heidelberg